App. mil.
i. m
121

Scheuerlein

Grundzüge

der

allgemeinen Artillerietaktik,

F. W. Scheerlein,

Premier-Lieutenant in der 3ten Artillerie-Brigade.

Erster Theil.

Berlin.

Druck und Verlag von G. Reimer.

1840.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

C

Grundzüge

der

allgemeinen Artilleriewissenschaft,

bearbeitet durch

F. W. Scheuerlein,

Premier-Lieutenant in der 3ten Artillerie-Brigade.

Erster Theil.

Die Lehre von der Wirkung.

Berlin.

Druck und Verlag von G. Reimer.

1846.

56. D.

Die

Lehre von der Wirkung.

Erster Haupt-Abschnitt

der

allgemeinen Artilleriewissenschaft,

bearbeitet durch

F. W. Scheuerlein,

Premier-Lieutenant in der 3ten Artillerie-Brigade.

Berlin.

Druck und Verlag von G. Reimer.

1846.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vier Bücher Artillerie.

für

allgemeinen Artillerieunterricht,

beschrieben durch

F. W. Scherrlein,

Premier-Lieutenant in der 3ten Artillerie-Brigade.

Berlin.

Druck und Verlag von G. Reimer.

1840.

Vorrede.

Die Artillerie hat die ihr gebotene Muße einer langen Friedenszeit und die ihr reichlich gewährten Mittel mit anerkennenswertheſter Sorgfalt benutzt; ſie hat ſich auf den Höhepunkt eines taktiſch ſelbſtändigen Waffenkörpers emporgeſchwungen.

Sie hat dieſes wahrhafte und würdigſte Ziel ihres Strebens nur erreichen können, indem ſie ihre taktiſche und materielle Organiſation den durchgreifendſten Veränderungen unterwarf und indem ſie das wiſſenſchaftliche Element ſich zu einer kräftigen Baſis des geiſtigen und materiellen Fortſchrittes erſtarken ließ.

Wir erblicken daher in den uns umgebenden Artilleriesyſtemen nicht allein eine äußerſt erhebliche Vervollkommnung des von den Vorfahren ererbten Materiales, ſondern auch eine noch größere Erweiterung und Vervielfältigung, eine reicher nüancirte und rationeller geordnete Waffengliederung der Artillerie.

Wir erkennen in diesem Resultate den gleichzeitigen Einfluß einer reichen Kriegserfahrung, einer regen Wissenschaftlichkeit und einer sehr vervollkommneten Artillerie-Technik.

Kann aber dem aufmerksamen Beobachter der herrschenden Artilleriesysteme weder die Verschiedenheit ihrer gleichnamigen Formen, noch deren innere Anordnung zu einem Ganzen entgehen, so erwächst hieraus eine eben so naheliegende als äußerst wichtige Frage, nämlich die: Welche Form ist eigentlich die richtige? Hieran schließen sich alsdann für jedes einzelne System folgende weitere Fragen: 1) Wie weit weichen die angenommenen Formen von jener als richtig erkannten ab? 2) Wie wirken diese Abweichungen auf die Erfüllung des den Formen zu Grunde liegenden Zweckes hin? und 3) Welche Gründe und welche daraus hervorgegangenen Organisations- und Konstruktionsbedingungen liegen jenen Abweichungen zu Grunde.

Die Entscheidung jener wichtigen Frage über die Richtigkeit der Form ist um so unerläßlicher und um so dringender, je vielfältiger das Artillerie-Material sich herausbildet, und sie wird nur möglich, wenn inmitten der vorwärtsdrängenden Bewegung der artilleristischen Ideen- und Formenwelt ein fester Standpunkt auf wissenschaftlichem Grund und Boden gewonnen ist, der gleichsam den allgemeinen Centralpunkt für alle ihn umkreisenden Artilleriesysteme, den gemeinschaftlichen und unverrückbaren Brennpunkt für alle der Veränderung unterworfenen Ansichten und Formen bildet.

Die Artillerie bedarf also vor allen Dingen einer allgemein begründeten Artillerie-Wissenschaft, d. h. einer solchen, welche sich, ohne Bezug auf bestehende Systeme oder auf einzelne Ansichten und Formen, aus dem ureigentlichen Zwecke der Artilleriewaffe, aus ihrer Bestimmung und aus der daraus folgenden Wirkung im Gefecht entwickelt, welche mithin den taktischen Zweck und den Gefechtserfolg der Artillerie als ihren Urbegriff auffaßt, um zu dem reinen, taktisch-artilleristischen Kerne der Artillerie-Wissenschaft zu gelangen und hieraus die Forderungen an die Artillerie-Waffe herzuleiten. Aus diesen Forderungen leitet sich alsdann der Inbegriff und die logische Reihe der bezüglichen Wahrheiten und Gesetze in einer allgemein giltigen Bedeutung her und macht den Inhalt einer allgemeinen Artillerie-Wissenschaft aus.

Eine solche allgemeine Artillerie-Wissenschaft hat keinen andern Zweck, als durch Aufstellung der allgemein richtigen Formen, Wahrheiten und Gesetze das klare Bewußtsein von dem Ziele und den dahin führenden Wegen zu geben, nach welchem erstern alle artilleristischen Bestrebungen gerichtet sind und welche der letztern zur Wahl vorliegen.

Diese Wahl selbst ist aber niemals die Sache der allgemeinen Artillerie-Wissenschaft, sie ist vielmehr die Aufgabe einer durch Kriegserfahrung und Wissenschaftlichkeit getragenen Genialität des Konstruktors und Organisators! Denn man darf es niemals übersehen, daß der Gefechtserfolg der Artilleriewaffe nicht durch den abgegebenen Schuß erreicht ist, sondern vielmehr, daß der tak-

tische Totalerfolg der Artillerie, ihre wahre und werthvolle Leistung, ihr Nutzeffekt im eigentlichen Sinne des Wortes nichts anderes sein kann, als das Gesamtresultat der zerstörenden Gewalt ihrer Geschosse, der Wirkungsweite derselben, der zur Vollendung ihres Werkes nothwendigen Zeit, der dazu aufgebotenen Kräfte und Mittel, der Bewegung, durch welche die Waffe mit dem Wechsel der Gefechtsverhältnisse in Verbindung treten muß und der taktischen Formen, unter denen alle die genannten Bedingungen erfüllt werden konnten oder können.

Wir dürfen nicht erst weiter ausführen, daß nur ein genialer Blick diese heterogenen Elemente zu einem Werke vereinigen kann, welches den Namen eines gelungenen, harmonischen Artilleriesystems beanspruchen darf, wir dürfen nur andeuten, welche Fesseln für die vollkommene Ausbildung eines Artilleriesystemes in der Nothwendigkeit liegen, alle Umgestaltungen mehr oder weniger an das bereits Bestehende anzuknüpfen. Wenn man sich z. B. daran erinnert, daß eine Umgestaltung der Festungsartillerie unmöglich ist, ohne auf die Konstruktion der vorhandenen Festungen, auf die Breite ihrer Wallgänge, auf Breite und Tiefe ihrer Kasematten u. s. w. Rücksicht zu nehmen, so ist eine vielfältige Abweichung von den richtigen Formen als völlig unvermeidlich anzusehen.

Wir haben dieß nur angedeutet, um den absoluten Werth der Wahrheiten, Gesetze und Formen, welche durch die allgemeine Artillerie-Wissenschaft aufgestellt werden, und den relativen Werth der von den einzelnen Artilleriesystemen angenommenen Formen gegen einander zu halten.

Es ist klar, daß die allgemeine Artillerie-Wissenschaft, wenn sie, ihrem eigentlichen Zwecke entsprechend, das artilleristische Bewußtsein auf eine sichere und unveränderliche Basis stellen will, nach dem absoluten Werthe ihrer Wahrheiten und Formen streben und sich unabhängig von den Formen und Einrichtungen bestehender Systeme entwickeln muß, und eben so klar ist es, daß sie nicht beabsichtigen kann, eine artilleristische Konstruktions-, Organisations- und Gebrauchslehre zur unmittelbaren Anwendung hinzustellen, daß sie vielmehr nichts anderes im Sinne hat, als festzusetzen und an einander zu fügen, was einer allgemeinen Wahrheit, einer allgemeinen Giltigkeit für das artilleristische Wissen und Können sich erfreuen darf.

An diese allgemeine Artillerie-Wissenschaft reihet sich für jedes Artilleriesystem die Entwickelung und Darstellung desselben, die man Artilleriebeschreibung nennen könnte. Ihre Aufgabe ist es, die Bedingungen zu entwickeln und vorzulegen, unter welchen in jedem einzelnen vorliegenden Falle die allgemeinen Wahrheiten und Gesetze zur wirklichen Erscheinung gelangen können und sollen, also die Konstruktions- und Organisationsbedingungen zu geben, hieraus die Forderungen an die Konstruktion und Organisation herzuleiten und demnächst die hieraus entstandenen Formen und organischen Anordnungen darzustellen.

Die allgemeine Artillerie-Wissenschaft und die Artilleriebeschreibung würden sonach die beiden Grundsteine für die artilleristische Ausbildung ausmachen und den Ar-

tilleristen von der theoretischen Basis zur praktischen Anwendung derselben emporführen.

An diese Grundbildung des Artilleristen schließen sich in unmittelbarer Reihefolge die Lehre von der Handhabung und dem Gebrauche der entstandenen Konstruktions- und Organisationsformen, welcher der Name Artillerie-Praktik beigelegt werden könnte. Diese Artillerie-Praktik würde für ein gegebenes Artilleriesystem die entsprechenden Reglements, Vorschriften u. s. w. über Handhabung und Gebrauch der Waffen und ihrer organischen Gliederung ꝛc. enthalten, mit einem Worte, den Waffendienst anordnen.

Die Gebrauchslehre der Artillerie in taktischem Sinne würde demnächst die Formen geben, unter welchen die Artillerie zum Behufe ihrer Gefechtsthätigkeit in den verschiedenen Gefechtsverhältnissen mit der Gefechtsthätigkeit der andern Waffen in Verbindung tritt, und zwar sind hier nicht die reglementarischen Formen, sondern die taktischen, d. h. die der Gefechtsthätigkeit, des Eingreifens in das Gefecht, der Theilnahme an demselben gemeint. Man nennt diese Lehre auch wohl die Taktik der Artillerie, eine Bezeichnung, welche etwas uneigentlich zu sein scheint, wenn man unter Taktik die Anordnung des Gefechts, also die Lehre von den Gefechtsformen und von ihrem Gebrauche, so wie die Lehre von der Zusammensetzung der Waffen zum Gefecht und ihrer Handhabung in den Formen des Gefechtes verstehen soll.

Es gibt nach unserer Ansicht eine Gebrauchslehre der einzelnen Waffen und eine Taktik für die verbundenen Waffen.

Wenn z. B. die Gebrauchslehre der Artillerie die Verbindung der Artillerie mit Infanterie und Kavallerie zum Gefecht mit den verschiedenen Waffenverbindungen des Gegners in der Ebene, in durchschnittenem Terrain, um den Besitz von Dörfern, Defileen, Wäldern, Gebirgen ꝛc. und das Verhalten dabei abhandelt, so lehrt die Taktik nur den Gebrauch dieser Verbindungs- und Gefechtsformen zum Zwecke des Gefechtes, sie ordnet die Waffen an, mißt ihre Stärke zu dem Gefecht ab, dirigirt sie auf die Gefechtsobjekte, bestimmt die Angriffe ihrer Form nach, läßt die Terrainabschnitte angreifen oder umgehen, ordnet eben so die Form der Vertheidigung u. s. w. Diese taktischen Befehle erfüllen die fechtenden Truppen in der ihrem Wesen zusagenden und dem Gefechtszwecke entsprechenden Form des Gebrauches und der Waffenthätigkeit.

Bis hierher würde nun auch die taktische Richtung für die Ausbildung des Artilleristen gegeben sein, und es bleibt nur noch die technische Seite der Artillerie zu erwähnen.

Mit dieser Richtung ist auf Kosten der wissenschaftlichen und taktischen Ausbildung des Artilleristen ein verderblicher Mißbrauch ohne jegliche Entschädigung für so große Opfer getrieben worden.

Indem sich in die artilleristischen Lehrbücher eine Art Artillerietechnik eingeschoben hat, sind die artilleristischen Lehrsätze durch eine ganz fremde und dabei sehr dürftige Materie aus einander gerückt, in ihrem innern Zusammenhange gestört und an einer freien und natürlichen Entwickelung verhindert worden.

Welchen Nutzen kann wohl eine Abhandlung über Eisenfabrikation, Geschützguß, über Holz, Leder, Seilwerk, über Schmieden, Stellmacherei u. s. w. in einem Lehrbuche der Artillerie-Wissenschaft stiften und welchen Schaden muß so etwas für die Ausbildung des zum Waffendienste bestimmten Artillerie-Offiziers anrichten? Wir wollen hierbei nicht an die Kümmerlichkeit und meist völlige Unverdaulichkeit derartiger Einschiebsel in den Artillerie-Lehrbüchern denken und noch weniger an ihre Brauchbarkeit und ihren Gehalt im Vergleiche zum heutigen Standpunkt der allgemeinen Technik. Wir wollen bloß fragen, welchen Nutzen hat ein solches Ausbildungssystem aller Artillerie-Offiziere? Erlangen dieselben wahrhaft nutzbare, technische Kenntnisse? Wir möchten es bezweifeln, vielmehr ist sehr zu fürchten, daß die heranwachsenden Artilleristen, indem sie bei ihrem Studio von einem artilleristischen Lehrsatze zum andern über eine Menge technischer Gemeinplätze und Bedenklichkeiten hinstolpern müssen, den Geschmack an solcher Speise und leider auch die klare Uebersicht und das Verständniß des eigentlichen Kernes verlieren müssen. Nach einem solchen Studio hat der Artillerie-Offizier nichts Besseres zu thun, als aufzuräumen in diesem artilleristischen Chaos und zu vergessen, was ihm unbequem wird, und er preist sich glücklich, wenn dabei der artilleristische Kern nicht verloren hat. So geschieht es denn, daß mit der quantitativen Abnahme der Kenntnisse das qualitative, artilleristische Wissen gehoben werden muß.

Es ist daher ein dringendes Bedürfniß, die Artillerie-

technik aus den Artillerielehrbüchern herauszuscheiden und abgesondert und gediegener zu bearbeiten, um das Material der Waffe wahrhaft zu vertreten.

An die Spitze einer solchen Artillerie-Technik müssen die Konstruktionsforderungen treten, welche an die verschiedenen Artilleriewaffen ꝛc. gemacht werden, es müssen die eigenthümlichen Beziehungen des kriegerischen Gebrauches der Waffen und Ausrüstungsgegenstände, so wie die daraus entspringenden Bedingungen für Beschaffung und Ausführung ꝛc. entwickelt werden, um aus den Sätzen und Regeln der allgemeinen Technik, aus ihren reichen Hilfsmitteln dasjenige entnehmen zu können, was dem artilleristischen Zwecke der Konstruktion und Fabrikation am meisten entspricht. An diese Grundlage knüpft dann die Artillerietechnik ihren eigentlichen Inhalt: Die Lehre von der artilleristischen Konstruktion und Fabrikation, die Vorschriften über Untersuchung und Abnahme und was sonst zum Getriebe der Beschaffung gehört.

Erzieht man besonders dazu befähigte und geneigte Offiziere von genügender Ausbildung durch Studium der allgemeinen Technik, so wird bald die Artillerietechnik eine befriedigende Stufe erreichen, ohne daß der für den Waffendienst bestimmte Offizier in seiner Ausbildung gestört und belästigt ist.

Wir haben diese Grundidee über die Anordnung der artilleristischen Literatur und Ausbildung vorgelegt, um den Gesichtspunkt festzustellen, aus welchem wir die Abfassung einer allgemeinen Artillerie-Wissenschaft betrachten.

Sie soll ihre Lehren und Formen nicht aus der Be-

trachtung und Beschreibung irgend eines bestehenden Systems herleiten und durch technische oder materielle Abschweifungen aus einander rücken, verunreinigen und verdunkeln, sie soll vielmehr den rein artilleristischen Kern der Waffe einer wissenschaftlichen Behandlung zu unterwerfen suchen.

Von dem Gefechtszwecke der Artillerie soll sie ausgehen und gestützt auf den Begriff des Totalerfolges, des Nutzeffektes die Elemente der Waffenwirkung aufsuchen, ihren innern Zusammenhang verfolgen, ihr innerstes Wesen und Getriebe entschleiern, um zu den eigentlichen artilleristischen Grundwahrheiten und Formen zu gelangen.

Wir dürfen es nach dem bereits Gesagten nicht weiter ausführen, daß die allgemeine Artillerie-Wissenschaft aus zwei natürlichen Hauptabschnitten bestehen wird, nämlich aus: der Lehre von der Wirkung und aus der Lehre von der Bewegung, da der Totalerfolg sich vor allen Dingen auf die Wirkung der Artilleriewaffe und auf ihre Ortsveränderung (Bewegung) stützt, und die taktische Form der artilleristischen Gefechtsthätigkeit offenbar erst daraus abgeleitet werden muß und vor ein andres Forum gehört.

Der Verfasser der hiermit vorliegenden Blätter hat es zu seiner eigenen Fortbildung versucht, die ihm gebotenen Mußestunden auf die Bearbeitung einer allgemeinen Artillerie-Wissenschaft zu verwenden und hat bis jetzt den ersten Abschnitt, die Lehre von der Wirkung, vollendet.

Er ist ermuntert worden, seine Arbeit zu veröffentlichen und thut dieß nicht ohne gerechte Bedenklichkeiten, die sich sowohl auf den von ihm betretenen Weg, als auf

die von ihm erreichten Resultate und den innern Werth seiner Arbeit beziehen.

Der Verfasser betritt den eingeschlagenen Weg, so viel ihm die Literatur bekannt ist, wenigstens in der vorliegenden Weise zuerst *) und ohne die Beihilfe vorliegender Muster ähnlicher Art, und muß es sich selbst sagen, daß er zu einem solchen Versuche, mit seiner Arbeit aus dem gewohnten Geleise der artilleristischen Literatur herauszuschweifen, das Gewicht einer anerkannten, artilleristischen Autorität hätte mitbringen müssen und daß die Kühnheit, mit welcher er ans Tageslicht tritt, durchaus kein Ersatz dafür sein kann. Die Absicht, sich nützlich zu machen und noch mehr die Wichtigkeit der artilleristischen Lehrmethode mögen den geneigten Leser mit dem Verfasser versöhnen, wenn es der Inhalt nicht vrrmocht hat.

Was nun die Resultate der Arbeit, die artilleristischen Sätze und Formen betrifft, so muß sich der Verfasser von Hause aus gegen das Mißverständniß verwahren, als wolle er für seine Sätze die Giltigkeit absoluter Konstruktionsgesetze für die praktische Ausführung beanspruchen, vielmehr verlangt derselbe ausdrücklich, daß sie nichts anderes zu bedeuten haben, als eine Darstellung der innersten Gesetze, unter welchen die artilleristischen Grundelemente in das innere Getriebe und das eng verschlungene Gewebe der Wechselwirkungen zum Totalerfolge zusammentreten.

---

*) Piobert in seinem Cours d'Artillerie hat zwar eine ähnliche Reihefolge, jedoch eine ganz andere Methode.

Ueber den innern Werth der Arbeit darf der geneigte Leser nachsichtiger urtheilen, als der Verfasser, dem so manche Schwäche derselben entgehen mag. Sollte nun ein ermunternder Beifall den Verfasser erfreuen, so wird sich derselbe berechtigt fühlen, auch die Lehre von der Bewegung einer ähnlichen Behandlung zu unterwerfen, für welche die Schwierigkeit, die allgemeinen Wahrheiten und Formen von der Materie loszutrennen, noch ungleich größer erscheint, als dieß bei der Wirkung der Fall war.

Endlich beeifert sich der Verfasser, dem Herrn Major Dr. Förster seinen tiefgefühlten Dank für das lebhafte Interesse auszusprechen, welches dieser hochstehende Artillerie-Offizier an dem Entstehen und dem Fortgange der vorliegenden Arbeit genommen, und öffentlich einzugestehen, daß, wenn einiger Werth in derselben gefunden wird, die lehrreichen Winke und Andeutungen des Herrn Majors darin erkannt werden müssen.

Berlin im Monat April 1846.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Einleitende Betrachtungen. §§. 1 — 9.

§. 1. Ueber Zweck und Wesen des Ferngefechts. . . . . Seite 1
§. 2. Ueber die Eigenschaften der Fernwaffen. . . . . — 4
§. 3. Die ältern Fernwaffen. . . . . — 7
§. 4. Das ältere Ferngefecht. . . . . — 9
§. 5. Die neuern Fernwaffen. . . . . — 13
§. 6. Ueber die Beziehung der Infanterie und Artillerie zum Ferngefecht. . . . . — 15
§. 7. Das neuere Ferngefecht. . . . . — 20
§. 8. Einfluß der Artillerie auf den Waffenverband und die innere Stärke des Heeres. . . . . — 23
§. 9. Elementarbedingungen des Artilleriewesens. . . . . — 27

Erster Abschnitt.

Die Lehre von der Wirkung. §§. 1—91.

Erstes Kapitel.

Die Elemente der Wirkung. §§. 1—12.

§. 1. Allgemeiner Begriff der Wirkung. . . . . — 29
§. 2. Allgemeines Maß der Zerstörungsgewalt. . . . . — 29
§. 3. Gefechtsobjekte der Artillerie. . . . . — 30
§. 4. Verhältniß des Zerstörungsaktes zu den Widerständen. . — 31
§. 5. Unvermeidliche Beschränkung des Zerstörungsaktes. . . — 32
§. 6. Elemente der zerstörenden Gewalt. . . . . — 34
§. 7. Die Entfernung. . . . . — 35
§. 8. Die Wirkung des Geschosses im Allgemeinen. . . . . — 37
§. 9. Die Bewegung des Geschosses. . . . . — 39

§. 10. Die bewegende Kraft. . . . . Seite 42
§. 11. Die Zeit als Element der Wirkung. . . . . — 43
§. 12. Schlußbetrachtung. . . . . — 47

Zweites Kapitel.

Vom Geschoß. §§. 13—23.

§. 13. Einleitende Betrachtung. . . . . — 53
§. 14. Größe der treffenden Fläche. . . . . — 54
§. 15. Gestalt des Geschosses. . . . . — 57
§. 16. Materielle Erfüllung des Geschosses. . . . . — 59
§. 17. Größe und Gewicht des Geschosses. . . . . — 63
§. 18. Wirkung durch Stoßkraft. . . . . — 66
§. 19. Kombination der Stoßkraft und Sprengwirkung. . . — 70
§. 20. Die Zündkraft. . . . . — 75
§. 21. Die Leuchtkraft. . . . . — 85
§. 22. Die Rakete als Geschoß. . . . . — 91
§. 23. Schluß des Kapitels. . . . . — 93

Drittes Kapitel.

Das bewegte Geschoß. §§. 24—35.

§. 24. Einleitende Erörterungen. . . . . — 98
§. 25. Die Rotation des Geschosses. . . . . — 101
§. 26. Einfluß der excentrischen Rotation. . . . . — 106
§. 27. Uebersicht der Rotationswirkung. . . . . — 111
§. 28. Der Luftwiderstand. . . . . — 113
§. 29. Die Schwerkraft. . . . . — 122
§. 30. Die Flugbahn aus den bisherigen Elementen. . . . — 132
§. 31. Die Geschwindigkeit des Geschosses. . . . . — 135
§. 32. Die Elevation. . . . . — 141
§. 33. Die Flugbahn der Rakete. . . . . — 150
§. 34. Charakteristik der Flugbahnen. . . . . — 156
§. 35. Schlußbetrachtung. . . . . — 176

Viertes Kapitel.

Die bewegende Kraft. §§. 36—49.

§. 36. Einleitende Betrachtung. . . . . — 182
§. 37. Eigenschaften bezüglich der Geschoßwirkung. . . . — 185
§. 38. Eigenschaften bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Treffens. . . . . — 194
§. 39. Eigenschaften bezüglich der Schnelligkeit des Feuers. — 196
§. 40. Eigenschaften in Bezug auf Kriegsbrauchbarkeit. . . — 198

§. 41. Ueber die Zusammensetzung des Schießpulvers im Allgemeinen. . . . . Seite 208
§. 42. Die Bestandtheile des Schießpulvers und ihr gegenseitiges Verhältniß. . . . . — 212
§. 43. Die materiellen Eigenschaften der Pulverbestandtheile. — 217
§. 44. Ueber die Zersetzung und Gasbildung des Pulvers. — 224
§. 45. Ueber die Wirkung der Gase. . . . . — 232
§. 46. Die Dichtigkeit des Pulvers. . . . . — 237
§. 47. Ueber Größe und Gestalt der Pulverkörner. . . . — 241
§. 48. Ueber Entzündung und Verbrennung des Schießpulvers. . . . . — 245
§. 49. Die Kraft und Kraftäußerung des Schießpulvers. . — 251

Fünftes Kapitel.

Vom Geschützrohr. §§. 50—82.

§. 50. Allgemeiner Zweck des Geschützrohres. . . . . — 260
§. 51. Ueber Koncentration und Gestaltung der bewegenden Kraft. . . . . — 261
§. 52. Der Boden der Geschützkammer. . . . . — 268
§. 53. Ueber den Einfluß des Geschützrohres auf gleichförmige Entwickelung der bewegenden Kraft. . . . . — 272
§. 54. Rückblick auf das Vorige und Begründung der nähern Entwickelung. . . . . — 278
§. 55. Ueber den Einfluß der Flugbahngestalt auf die Konstruktion des Geschützrohres im Allgemeinen. Geschützgattungen. . . . . — 280
§. 56. Ueber die Kanonen im Allgemeinen. . . . . — 283
§. 57. Ueber die Kammer der Kanonen. . . . . — 287
§. 58. Ueber die Seelenlänge der Kanonen. . . . . — 291
§. 59. Einfluß der Rotation auf das Geschützrohr. . . . — 296
§. 60. Einfluß des Spielraumes auf das Geschützrohr. . . — 298
§. 61. Ueber die Gestalt der Geschützmündung. . . . . — 301
§. 62. Ueber die Metallstärke der Kanonen. . . . . — 305
§. 63. Die Schildzapfen der Kanonen. Hinterwucht. . . — 313
§. 64. Die Einrichtung zum Richten der Kanonenröhre. . — 322
§. 65. Einrichtungen zur Handhabung der Kanonenröhre. . — 327
§. 66. Allgemeine Bemerkungen über lange und kurze Kanonen. . . . . — 328
§. 67. Ueber die Mörser im Allgemeinen. . . . . — 338
§. 68. Die Kammer des Mörsers. . . . . — 344
§. 69. Der Flug und Kessel des Mörsers. . . . . — 353

§. 70. Die Metallstärke des Mörsers. . . . . Seite 356
§. 71. Die Schildzapfen des Mörsers. Vorderwucht. . . — 358
§. 72. Die Einrichtungen zum Richten des Rohres. . . . — 360
§. 73. Die Vorrichtungen zur Handhabung des Mörsers. . — 360
§. 74. Ueber die Haubitzen im Allgemeinen. . . . . — 360
§. 75. Die Kammer der Haubitze. . . . . — 372
§. 76. Der Kessel und Flug der Haubitze. . . . . — 375
§. 77. Die Metallstärke der Haubitze. . . . . — 380
§. 78. Die Schildzapfen der Haubitze. Hinterwucht. . . — 381
§. 79. Die Einrichtungen znm Richten des Rohres. . . . — 382
§. 80. Die Vorrichtungen zur Handhabung. . . . . — 382
§. 81. Allgemeine Bemerkungen über kurze und lange Haubitzen. . . . . — 383
§. 82. Die Karonaden und Bombenkanonen. . . . . — 392

Sechstes Kapitel.

Ueber die Kombination von Geschütz, Geschoß und Flugbahn. §§. 83—91.

§. 83. Allgemeine Betrachtung. . . . . — 396
§. 84. Nähere Gesetze für die Kombination des Geschosses mit der Flugbahn. . . . . — 399
§. 85. Die langen Kanonen. Ihre Geschosse und Schußarten. — 403
§. 86. Die kurzen Kanonen. Ihre Geschosse und Schußarten. — 409
§. 87. Die langen Haubitzen. Ihre Geschosse und Schußarten. — 412
§. 88. Die kurzen Haubitzen. Ihre Geschosse und Schußarten. — 415
§. 89. Die Mörser. Ihre Geschosse und Schußarten. . . — 417
§. 90. Die Karonaden und Bombenkanonen. Ihre Geschosse und Schußarten. . . . . — 422
§. 91. Schlußbetrachtung. . . . . — 423

Einleitende Betrachtungen.

§. 1.

Ueber Zweck und Wesen des Ferngefechtes.

Wenn Streiter oder Streitmassen mit der Absicht, sich zu bekämpfen, einander entgegenrücken, so sind sie unter Anwendung aller zu Gebote stehenden Mittel aufs Aeußerste bemühet, sich schon, bevor sie noch in den Bereich der gegenseitigen Hieb- und Stoßwaffen gekommen sind, durch Streitmittel zu bekämpfen, deren Wirkungssphäre diejenige des mit der Hand geführten Stoßes und Hiebes mehr oder weniger an Ausdehnung übertrifft, um die fernere Widerstandsfähigkeit des Gegners durch empfindliche Verluste an Streitern und Streitmitteln zu erschüttern, zu brechen und hierdurch dem nachfolgenden, unmittelbaren und entscheidenden Angriffe mit den Stoß- oder Hiebwaffen (d. i. dem Nahegefechte und dessen äußerster Ausgangsform, dem Handgemenge) mehr Wahrscheinlichkeit eines glücklichen Erfolges zu verleihen.

Diese Einleitung des Entscheidungskampfes, diese wirksame und vorbereitende Begründung desselben macht den eigentlichen, natürlichen und ursprünglichen Zweck des Ferngefechtes aus.

Das Wesen des Ferngefechtes beruht demnach auf zwei Elementarbedingungen, die in steter Wechselwirkung zu einander stehen, auf der Fernwirkung und auf seiner Verbindung mit dem Entscheidungskampfe, d. h. auf seinem endlichen Uebergange in den entscheidenden Kampf und dem entsprechend auf der fort-

schreitenden Umgestaltung seines Wesens bis zum entscheidenden Charakter des Nahegefechtes.

In der Fernwirkung, deren Einfluß auf das Gefecht in der absoluten Wirkung der Fernwaffen und in der Entfernung, auf welche diese Waffen ihre Wirkung auszudehnen vermögen, gegeben ist, findet das Ferngefecht seine materielle Grundlage, so wie es in der Verbindung mit dem Nahegefechte und in seinem endlichen Uebergange in dasselbe seine taktische Brauchbarkeit begründet sieht.

Dieser endliche Uebergang des Ferngefechtes in den Entscheidungskampf ist nur möglich, wenn durch die Wirkung der Fernwaffen so einflußreiche Erfolge erreicht werden, daß dadurch die Annäherung an den bekämpften Gegner begründet und hervorgerufen, geschützt und begünstigt wird, wenn ferner die Wirkung der Fernwaffen die Annäherung an den Feind zu begleiten und wirksam zu machen vermag, mit einem Worte, wenn die Fernwaffen zu ihrer Wirkung das Element der Annäherung, die Bewegung, bringen und wenn sie dieser Annäherung entsprechend ihre Wirksamkeit bis zum entscheidenden, heftigen Charakter des unmittelbaren Angriffes zu steigern wissen.

In der Wirkung der Fernwaffen und in der ensprechenden Steigerung derselben und der dadurch begünstigten Annäherung an den Gegner sind die Bedingungen zur Einleitung, Fortführung und endlichen Umgestaltung des Ferngefechtes in die Entscheidung des Kampfes gegeben. Hierin sind das innere Wesen, der bewegliche, fügsame und veränderliche Charakter des Ferngefechtes und sein vielgestaltiger Gebrauch zum Kampfe begründet.

Unter allen Umständen muß aber das Ferngefecht, ohne selbst der beabsichtigte Entscheidungskampf zu sein, ein ernstes, erfolgreiches, die endliche Entscheidung vorbereitendes, mithin die Gefechtsverhältnisse beherrschendes und umstimmendes Gefecht sein. —

Nur unter dieser Bedingung wird das Ferngefecht einer geregelten Führung fähig und seinen letzten und höchsten Zweck erfüllen können, nämlich den, dem entscheidenden Stoße jenen so verhängnißvollen Charakter eines unlenksamen, dem Zufalle preisgegebenen und in seinem Erfolge unberechenbaren Kampfes, so weit es möglich ist, zu rauben.

Die wesentliche Bedingung des Ferngefechtes, nicht selbst ein entscheidender Kampf zu sein, wird erfüllt, indem während desselben die sich bekämpfenden Streitmassen je nach den obwaltenden Gefechtsverhältnissen mehr oder weniger entfernt von einander gehalten werden und hieran knüpfen sich die erheblichsten Folgen für eine geregelte Führung des Gefechtes.

Dadurch, daß während des Ferngefechtes die gegenseitigen Streitkräfte durch freien Entschluß und durch die Wirkung der Fernwaffen von einander entfernt gehalten werden, behalten dieselben die Fähigkeit zu den der Gefechtslage entsprechenden Maßregeln, gewinnen die hierzu nothwendige Freiheit in der Benutzung der Zeit und der vom Ferngefechte beschützten sowohl, als auch beherrschten Räume, indem sie nicht so tief und mit einer so vollständigen, überwältigenden und schnell aufreibenden Anspannung aller Kräfte in das Ferngefecht verwickelt sind, wie dieß beim Nahegefechte in der Natur der Sache liegt.

An diese Herrschaft über Zeit und Raum, an diese Willensfreiheit zur entferntern oder nähern Theilnahme am begonnenen und fortbrennenden Gefechte sind die innere Ordnung der Streitmassen, die zweckgemäße Verwendung dieser disponiblen Kräfte und folglich die unentbehrliche Herrschaft über die Gefechtsverhältnisse und ihren endlichen Verlauf geknüpft.

Je mehr das Ferngefecht die Entscheidung des Kampfes vorbereitet, je näher es zu dieser hingedrängt und die Verhältnisse für dieselbe günstig umgestimmt hat, je mehr es sich durch zunehmende Heftigkeit dem Charakter des Nahegefechtes nähert, desto mehr geht an dieser Freiheit, an der Herrschaft über Zeit

und Raum, an der Dispositionsfähigkeit über die Streitkräfte verloren, die Bewegungen werden in kürzere Zeiten und engere Räume zusammengedrängt und müssen dieß durch größere Entschlossenheit und Schnelligkeit der Ausführung ausgleichen. Je gründlicher nun, erfolgreicher und geregelter das anfängliche Ferngefecht bei seinem Verlaufe gewirkt, je günstiger es die Gefechtsverhältnisse begründet hatte, je fähiger und geschickter man ist, mit dem nähern Ferngefechte und dem endlichen Entscheidungskampfe die Wirkung und den Schutz eines zurückgehaltenern, in jedem Augenblicke wieder kampfbereiten Ferngefechts zu verbinden, desto gesicherter und geschützter ist der Fortgang und Verlauf des nähern Ferngefechts und der Entscheidung (Reserven ꝛc.). —

Der richtige Gebrauch und die gründliche Ausbeute dieser Vortheile des Ferngefechtes machen zum größten Theile den Inhalt der Taktik aus.

Zur Begründung eines so erfolgreichen Ferngefechtes bedarf man dazu geeigneter Fernwaffen, deren Eigenschaften einer nähern Entwickelung bedürfen.

§. 2.

Ueber die Eigenschaften der Fernwaffen.

Wenn die Fernwaffen ihrem Zwecke entsprechen sollen, die Gefechtsverhältnisse zu beherrschen, zu regeln und umzustimmen, den freien Gebrauch der einem geregelten Gefechte unentbehrlichen Zeit und Räume zu begründen, so bedürfen sie hierzu nicht allein einer großen und energischen Wirkung, sondern sie müssen auch diese Wirkung den wechselvollen Bedürfnissen gemäß umgestalten und steigern, dem Uebergange zum nähern Gefechte anfügen, diesen Uebergang beherrschen, regeln, begünstigen und schützen können, sie müssen also die Wirkung in ihren verschiedenen Gestalten mit dem Elemente der Beweglich-

keit, mit den taktischen Formen des Gefechtes verbinden, sie müssen manövrirfähig sein.

Diese große und energische Wirkung, welche ihr absolutes Maß in der Größe der angerichteten Zerstörung und in der Entfernung, auf welcher sie erzeugt werden konnte, findet, muß sich leicht, ohne unangemessenen Kraftaufwand, auf eine der Natur des Kampfes durch Einfachheit der Mittel und durch Sicherheit der Ausführung entsprechende Weise, schnell, und, wo es gilt, augenblicklich erzeugen lassen. —

Große, energische und gestaltenreiche Wirkung, schnelle Entwickelung derselben, leichte, bequeme und einfache Bedienung und Handhabung, zweckentsprechende Beweglichkeit, taktische Fügsamkeit und Manövrirfähigkeit sind unentbehrliche Eigenschaften der Fernwaffen, wenn sie mit dem Fortgange des Gefechtes und mit den dasselbe führenden Truppen in steter und ungestörter Verbindung sich erhalten wollen.

Die Fernwaffen erzeugen durch ihre raumbeherrschende Kraft einen so ausgedehnten Einfluß des Terrains auf die Gefechtsführung, wie es sonst nicht möglich wäre. Die ihrer Wirkung unterworfenen freien und ebenen Räume werden den feindlichen Streitmassen entzogen, die bedeckten, ihrer Wirkung entzogenen, dem Gegner Schutz gewährenden werden wichtige und einflußreiche Aufstellungspunkte (feste Stellungen, Schlüsselpunkte), das Ferngefecht wird auf diese wichtigen Punkte hingelenkt. Man ist durch die Fernwaffen an das Terrain mit seinen Eigenthümlichkeiten geknüpft, man ist angeregt, sich die Vortheile des Bodens anzueignen und zu erkämpfen, man sucht sich diese Vortheile, wo es geht, künstlich zu verschaffen (Verschanzungen ꝛc., Befestigungen ꝛc.) und so erzeugen sich die Fernwaffen eine neue und schwierigere Aufgabe, den Gegner von den Vortheilen des Terrains abzutrennen, indem sie diese Stellungen, den darin mehr oder weniger geschützten und begünstigten Geg-

ner bekämpfen, die Deckungen zerstören oder sie durch den Flug ihrer Geschosse zu umgehen suchen.

Durch diese Aufgabe kommen neue und erschwerende Elemente in die Größe und Gestalt der Fernwirkung; die Konstruktion der Fernwaffen wird zusammengesetzter und zwingt zu verschiedenen Gestalten und gleichmäßig wird der Gebrauch der Fernwaffen vielfacher und verwickelter.

Wenn dem Bestreben, der vielfachen Aufgabe des Ferngefechtes genügend zu entsprechen, voller Lauf gelassen würde, so müßten sich die Fernwaffen in eine unübersehbare Menge von Konstruktionsgestalten zersplittern, deren Beschaffung und Erhaltung eben so unmöglich würde, als sie jegliche Manövrirfähigkeit derselben, ihre taktische Fügsamkeit, den rechtzeitigen Gebrauch und die zweckmäßigste Benutzung unterdrücken müßten.

Man muß daher zu den obigen Eigenschaften der Fernwaffen die Bedingung einer möglichst allgemeinen und vielfachen Wirkungsfähigkeit der Fernwaffen fügen und danach streben, durch glückliche Kombinationen der sich gegenseitig ermäßigenden und bedingenden, aber auch wieder unterstützenden und stärkenden Eigenschaften Fernwaffen zu konstruiren, welche der an sie gestellten Forderung zwar nicht mit der höchsten absoluten Wirkung der Geschosse, aber mit einem taktischen Totalerfolge von einflußreicher Größe und Energie zu entsprechen wissen.

Der Begriff der höchsten Wirkung kann und darf bei der Konstruktion der Fernwaffen nie als ein absoluter, der höchsten Geschoßwirkung entnommener, gelten, sondern als der höchste taktische Erfolg der Waffe und dieser Totalerfolg ist ein Produkt aller darauf bezüglichen und in der verschiedensten Größe einwirkenden Elemente.

Diese Elemente so gegen einander abzuwägen und zu einem wohlgeordneten Ganzen zu fügen, daß das höchste erreichbare Produkt taktischer Leistungsfähigkeit daraus hervorgeht,

muß der Natur der Dinge gemäß eine gleich schwierige und verwickelte Aufgabe werden. Sie ist als unlöslich zu erachten, wenn dem Konstruktor nicht neben einer durch reiche Kenntnisse und wohlbegründete Kriegserfahrung gestützten Befähigung, reiche und entsprechende Mittel zu Gebote stehen.

Es ist daher von Wichtigkeit, diese materielle Grundlage einer kriegstüchtigen Fernwaffe näher kennen zu lernen. Bevor wir jedoch zu diesem reichhaltigen Stoffe, der heute mit dem Namen Artillerie-Technik bezeichnet wird und ein umfangreiches Material umfaßt, übergehen könnten, müßten wir eine Menge nicht hieher gehöriger und großentheils einer wissenschaftlichen Begründung zur Zeit noch nicht befähigter Erörterungen einflechten, was der Tendenz dieser Betrachtungen nicht entspricht. Wir werden durch eine oberflächliche Betrachtung der ältern und neuern Fernwaffen zu einer genügenden Andeutung der zu einer tüchtigen Fernwaffe unentbehrlichen Mittel und Wege gelangen.

§. 3.

Die ältern Fernwaffen.

Die ältern Fernwaffen gründeten ihre Wirkung auf den Stoß bewegter Körper (Geschosse), deren Gestalt und materielle Beschaffenheit keiner festgehaltenen Regel, geschweige unumstößlichen Prinzipien, unterworfen war und deren Bewegung durch die Spannkraft von Seilen, Darmsaiten ꝛc., durch Hebel, Schwungkraft u. s. w. erzeugt wurde.

Die ältern Fernwaffen waren demnach eben so rohe, als unvollkommene Konstruktionen mit sehr beschränkter Kraftentwickelung.

Die Bewegung ungeregelter, an Materie und Gewicht sehr ungleicher Geschosse konnte schon deshalb nur eine sehr unvollkommene, sehr einförmige und regellose sein, sie wurde es aber noch mehr durch die Natur der bewegenden Kraft, deren Größe, Kraftäußerung und Gestalt auch nicht entfernt mit ausreichender

Genauigkeit abzumessen waren. Die Unbeständigkeit der Spannkraft fester Körper, ihre Beschränktheit in Bezug auf absolute Größe, ihre mit der Anspannung ungleichmäßig steigende Zunahme, so wie der Uebelstand, daß der Gebrauch die Spannkraft fester Körper fortdauernd vermindert, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft einen empfindlichen Einfluß darauf äußern, machen die darauf gegründeten Fernwaffen unfähig zur Erzielung großer und gesicherter Wirkung. Nicht anders ist es mit der Bewegkraft durch Hebel und Schwungkraft, deren Kraftäußerung sehr eingeschränkter Steigerung fähig und einem genauen Maße nicht leicht zu unterwerfen ist.

Die bewegende Kraft dieser einförmigen Wurf- und Stoßmaschinen muß erst im Augenblicke des Gebrauches entweder mit bedeutendem Aufwande an bedienenden Kräften, oder mit empfindlichem Zeitverluste erzeugt werden, ein Umstand, welcher eben so sehr einen energischen und ausdauernden, als allgemeinen Gebrauch hindert.

Noch mehr weist die Natur dieser Kriegsmaschinen das Element einer leichten und augenblicklichen Bewegung, die unentbehrliche taktische Fügsamkeit und Manövrirfähigkeit von sich ab.

Ohne die unerläßlichste Herrschaft über die verschiedenen Entfernungen, ohne Fügsamkeit an die eigenthümliche Beschaffenheit des Terrains sind diese alten Fernwaffen der Freiheit in Wahl und Wechsel der Aufstellung beraubt.

Bei der sehr beschränkten Größe und der Gestaltenarmuth ihrer Wirkungsweise sind sie gegen entferntere Objekte von nur mäßiger Widerstandsfähigkeit um so unbrauchbarer, als ihre Trefffähigkeit nur äußerst gering sein kann und als die geringste Deckung zum vollkommensten Schutze des Objekts werden kann.

Die ältern Fernwaffen sind daher eben so ungenügend zur Beherrschung tiefer Räume des Schlachtfeldes, zur Beherrschung und Regelung der Gefechtsverhältnisse, zur Ueberführung des

Ferngefechtes in die Entscheidung, als sie unfügsam im Gebrauche der Zeit und der taktischen Formen sind.

Ungenügend gegen einigermaßen größere Widerstände, oder gezwungen zu ihrer Ueberwältigung in die höchste Nähe derselben zu rücken, fordern sie in solchen Fällen dennoch eine unmäßige Bedienungskraft; die andern Truppen müssen ihnen die Aufstellungspunkte erkämpfen, statt daß das umgekehrte Verhältniß Statt finden sollte.

§. 4.

Das ältere Ferngefecht.

Es lag in der Natur dieser eben geschilderten Waffenkonstruktionen, daß sich auf selbige nur ein Ferngefecht gründen ließ, welches gleich sehr an Raum und Zeit beschränkt, ohne Mannichfaltigkeit der Form, ohne Energie der Wirkung und ohne alle Fügsamkeit an das Terrain bleiben mußte.

Das Ferngefecht im freien Felde war wesentlich auf die Wirkung der Schleuder und des Bogens, im nächsten Ferngefecht auf die Wirkung des geworfenen Speeres beschränkt, weil größere Wirkungen schon auf Maschinerieen gestützt waren, deren Gebrauch zum Gefecht im freien Felde äußerst unbequem und nur selten begünstigt wurde. Selbst die Armbrust, eine Vervollkommnung des Bogens, wurde schon durch ihre Handhabung unbequem für einen allgemeinen und anhaltenden Gebrauch.

Wir sehen daher auch das ältere Ferngefecht den zum entscheidenden Angriffe sich entgegenrückenden Streitmassen der Zeit, wie dem Raume nach unmittelbar vorangehen, wie das heutige Tirailleurgefecht, nur mit weit geringerem Erfolge und mit weit weniger Freiheit der Form, geringerem Zusammenhange mit den Eigenthümlichkeiten des Terrains und enger an die folgenden Streitmassen geknüpft.

Die alten Fernstreiter (Speerwerfer, Schleuderer, Bogenschützen u. s. w.) erfüllten daher keinesweges die ausgedehnten

Zwecke des heutigen Tirailleurs, sondern nur einige wenige derselben.

So wie sie die tiefen Massen des Gegners durch ihre Geschosse beunruhigen sollten, eben so sollten sie die ihrigen vor solchen Neckereien bewahren, sie sollten die Flanken und den Rücken, die äußerst empfindlichen Stellen der alten, unbeholfenen Angriffsmassen gegen die feindlichen Fernstreiter, gegen die umherschwärmende leichte Reiterei sichern und die Räume zwischen den einzelnen Massen ausfüllen und vertheidigen.

Die ältern Kriegsheere mußten daher mit ihren Angriffsmassen einem noch gänzlich unerschütterten, fast unberührten Gegner schon von Weitem her in völlig entwickelter Schlachtordnung entgegengehen und unmittelbar zum entscheidenden Kampfe, zum Zusammenstoße und Handgemenge mit dem Feinde schreiten. Sie waren nunmehr dem verhängnißvollen Verlaufe eines so unmittelbar unternommenen, gänzlich unvorbereiteten Entscheidungskampfes, seinen unberechenbaren Zufälligkeiten, der Unlenksamkeit ihrer in ein mörderisches Handgemenge verwickelten und aufgelösten Streitmassen und der daraus folgenden Unmöglichkeit, ein solches Gefecht wieder abzubrechen, ausgesetzt.

Wie sehr die Alten dieß fühlten, geben die zahlreichen Mittel, welche sie dagegen versuchten, deutlich zu erkennen. Streitwagen in den verschiedenen Formen, Elephanten, Helme, Panzer, Schilde und ähnliche Offensiv- und Defensivmittel blieben ziemlich erfolglose Versuche; wirksamer zwar, doch nicht genügend, waren taktische Formen, welche bald in dieser, bald in jener Richtung gegen diesen Uebelstand ergriffen wurden. Weder der kolossale Phalanx, noch die beweglichere Legionairformation konnten den Mangel eines erfolgreichen Ferngefechtes, einer gründlichen Vorbereitung des entscheidenden Angriffes beseitigen.

Nur starke Reserven vermochten einen geringen Halt in die entbrannte Schlacht zu bringen und machten es wenigstens nicht

unmöglich, die Folgen eines verunglückten Angriffes aufzuhalten und auszugleichen, so wie sie die Möglichkeit begründeten, die entwickelte Schlachtordnung unvorhergesehenen Umständen gemäß, wenn auch immer noch mit großen Schwierigkeiten verknüpft, abzuändern.

Wir sehen also auch, daß der Mangel eines wirksamen Ferngefechtes die einmal angenommene Schlachtordnung unlenksam macht, ungewöhnlich starke Reserven auf Kosten der gefechtsthätigen Front fordert, die Front sehr empfindlich gegen Flankenangriffe und Ueberflügelung macht und den freien Gebrauch starker Reserven sehr beschränkt.

Ein kräftiges Ferngefecht verleiht daher nicht allein eine vorwärts gerichtete Offensivkraft, sondern es gibt auch den Streitmassen einen erheblichen Zuwachs an innerer Kraft und an gesichertem Zusammenhange, namentlich aber erhöhet dasselbe den Werth der Reserven, deren Gebrauch es vom Kampfe, unmittelbar vor ihnen, entfesselt.

Im Festungskriege der Alten offenbart sich der Mangel eines hier genügenden Ferngefechtes nicht weniger stark, wie im freien Felde.

Man war genöthigt, mit den zur Oeffnung der Mauern bestimmten Maschinen sogleich bis an diese heranzugehen und eine langwierige Arbeit bis zur Vollendung der Bresche auszuführen. Der Sturm der Bresche, welche von einem durch kein Vorgefecht, wie dies heute zu Tage der Fall ist, geschwächten und erschütterten Vertheidiger gesperrt war, mußte bei der vortheilhaften Lage des Vertheidigers mit großen Opfern erzwungen werden und überdieß konnte der Vertheidiger die lange Dauer der Breschelegung zur Bereitung neuer Hindernisse benutzen. Gelang es dem Belagerten, von seiner Mauer herab die Maschinen im Aufbau zu stören oder später durch allerlei Mittel zu beschädigen, so wurde die Belagerung sehr verzögert, na-

mentlich, wenn noch gelungene Ausfälle solche Bemühungen des Vertheidigers unterstützten.

Gegen die Leitererſteigung war der Belagerte im größten Vortheile. Hohe und sehr feste Mauern, welche die Leiterersteigung unmöglich und die Breschirung durch die vorhandenen Stoßmaschinen zu schwierig und zeitraubend machten, oder der Mangel solcher Maschinen, endlich ein starker und entschlossener Vertheidiger zwangen den Angreifenden zuweilen, zur Blokade zu schreiten, um durch Aushungern des festen Platzes zum Ziele zu gelangen. War diese Blokade, wie etwa bei Seeplätzen ꝛc., nicht vollkommen genug auszuführen, so konnte ein so begünstigter Platz unnehmbar werden.

Aus diesen Umständen erklärt sich der Charakter und die Schwierigkeit der alten Belagerungen, wie die beispiellos lange Dauer einzelner Vertheidigungen. Wir erinnern uns bei dieser Gelegenheit leicht an das uralte Troja, an das heroische Sagunt und an Constantinopel im Kampfe gegen die Türken, an die Unnehmbarkeit mancher alten Bergschlösser und Ritterburgen.

Wie aber auf der einen Seite die Festungen der Alten eine ungewöhnliche Widerstandsfähigkeit besitzen konnten, so hatten sie auch auf der andern Seite nicht die Bedeutung der heutigen, indem sie selbst auf ihre nächsten Umgebungen keinen fühlbaren Einfluß ausüben konnten und das augenblickliche Herangehen des Angreifers an den Fuß der Mauern nicht zu wehren vermochten.

Wir sehen daher auch die Alten keinen so hohen Werth auf die Festungen, auf die Lage und Größe derselben legen.

Jede Stadt mit Ringmauer war den alten Kriegsheeren gegenüber ein sehr widerstandsfähiger Ort, ohne jedoch die Bedeutung der heutigen Festungen in Anspruch nehmen zu können.

§. 5.

Die neuern Fernwaffen.

Die neuern Fernwaffen, d. i. diejenigen, welche sich auf die Anwendung des Schießpulvers, auf die Spannkraft der Gase stützen, vereinigen mit der Fähigkeit, eine sehr bedeutende absolute Geschoßwirkung unter der vielfältigsten Größe und Gestalt hervorzubringen, eine ungewöhnlich genaue Meßbarkeit und große Regelmäßigkeit der Wirkung, eine leichte und augenblickliche Erzeugung der bewegenden Kraft, große Einfachheit der Konstruktion, eine sehr leichte Handhabung, große Beweglichkeit und die nothwendige taktische Fügsamkeit.

Sie beherrschen durch regelmäßig gestaltete, großer und vielfacher Leistungen fähige Geschosse Räume von bedeutender Tiefe und vermögen es, sich den Eigenthümlichkeiten des Terrains und den verschiedenen Gefechtsverhältnissen durch vielfache Bewegungs- und Wirkungsformen der Geschosse anzufügen. Die große Beweglichkeit der so einfachen Schießwaffen, ihre leichte, einfache und schnelle Bedienung mit verhältnißmäßig geringen Kräften, ihre taktische Fügsamkeit befähigen sie zu einer lebhaften und gesicherten Theilnahme am Fortgange des Gefechtes und begründen einen engen Anschluß an die kämpfenden Truppen, welchen sie bei genügender Freiheit in der Wahl und Form der Aufstellung keinen Zwang anlegen dürfen.

Sie eröffnen durch weitreichende Wirkungen ein erfolgreiches Ferngefecht, machen die freien, ebenen Räume für die Streitmassen des Gegners gefährlich, beschützen diese Räume, machen sie für die eigenen Truppen zugängig, halten den Gegner entfernt von der eigenen Schlachtlinie und verschaffen dieser Zeit und Raum zu freier und ungestörter Bewegung, zu vortheilhaftem Stellungswechsel, zur Benutzung des Terrains, zur Veränderung der Front und der Angriffsrichtungen u. s. w. Sie sind ferner im Stande, stehende und liegende Ziele erfolgreich zu bekämpfen, den Gegner hinter Brustwehren und selbst

in gedeckten Räumen zu erreichen, sie vermögen Brustwehren, Mauern, Barrikaden und Hindernisse von der verschiedensten Widerstandsfähigkeit zu zerstören, ohne an bestimmte und sehr geringe Entfernungen gefesselt zu sein.

Hierdurch verleihen sie dem Terrain und seinen Eigenthümlichkeiten einen taktischen Werth, dessen Ausbeutung die Aufgabe des Ferngefechtes wird. Das Ferngefecht erhält nunmehr einen großen Formenreichthum und einen innigen Zusammenhang mit dem Entscheidungskampfe, welcher nun nicht mehr das einfache Resultat des unmittelbaren Zusammenstoßes der beiderseitigen Streitmassen bleibt, sondern unter dem Einflusse ihn begünstigender oder gefährdender Verhältnisse des vorangegangenen Ferngefechtes, des Terrains und der beiderseitigen Stellungen steht.

Der die Stellung schützende Kampf der Fernwaffen macht die Reserven vom Hauptkorps unabhängiger und disponibel für die verschiedensten Maßregeln, schafft sie zu selbstständigen taktischen Körpern um. —

Die Ausdehnung des heutigen Ferngefechtes dem Raume nach ist durch die Tragweite der Fernwaffen abgemessen und diese findet ihre natürlichen Grenzen in den Entfernungen, auf welchen man noch die Wirkung der Geschosse mit unbewaffnetem Auge genau beobachten und regeln kann. Diese Grenzen reichen erfahrungsmäßig bis auf 1500 — 2000 Schritte und bis hierhin müssen die dazu bestimmten Fernwaffen eine energische Wirkung zu leisten vermögen.

Von dieser äußern Grenze ab bis zum Beginn des Nahegefechtes und seiner Wirkungssphäre sollen also die Fernwaffen Raum, Zeit und Fortgang des Ferngefechtes beherrschen können.

Die heutigen Fernwaffen zerfallen in kleinere tragbare, Gewehre, mit beschränkter Wirkungssphäre und einförmiger Wirkung des Geschosses und in sogenannte Geschütze, große Schußwaffen, mit einer bis zur Grenze der natürlichen, oben näher bezeich-

neten, Sehweite reichenden Geschoßwirkung, welche den verschiedenen Widerständen angemessen werden kann, einer großen Steigerung, einer vielfachen Gestaltung fähig ist und welche durch die mannichfachste Bewegungsform (Gestalt der Flugbahn) an das Ziel getragen und begünstigt wird.

Es frägt sich zwar weniger, welche dieser beiden Schußwaffenarten sich am meisten und einflußreichsten beim Ferngefecht betheiligen kann, allein es muß dargethan werden, wie weit der Antheil beider Waffen am Ferngefecht geht und welchen Charakter derselbe gewinnt und ob überhaupt jede Schußwaffe im Sinne des heutigen Ferngefechtes als Fernwaffe angesehen werden kann.

§. 6.

Ueber die Beziehung der Infanterie und Artillerie zum Ferngefecht.

Die allgemeine Bewaffnung der heutigen Infanterie mit dem Feuergewehr hat dieser Waffe eine über den Bereich des Hiebes und Stoßes weit hinausreichende Wirkungssphäre verliehen und ihr eine außerordentliche Fügsamkeit an die Eigenthümlichkeiten des Terrains gegeben. Hierdurch hat die offensive und defensive Stärke dieser Waffe einen eben so ausgedehnten Zuwachs erfahren, als die Formen ihres Gebrauches überaus bereichert wurden.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, daß die geringe absolute Geschoßwirkung der Gewehrkugel, ihre einförmige, nur gegen aufrechtstehende, freie und ungedeckte Ziele von sehr geringer Widerstandsfähigkeit, nur gegen belebte Ziele, gegen Truppen brauchbare Wirkungsweise noch dadurch in ihrer Wirkungssphäre eingeschränkt wird, daß die natürliche, nicht ganz zu beseitigende Unsicherheit des Schusses aus freier Hand, die Unmöglichkeit, seine geringe Geschoßwirkung auf nur einigermaßen bedeutenden Entfernungen zu beobachten und zu regeln, die mit den Entfernungen schnell steigende Unzuverlässigkeit des Zielens auf so

kleine, fast verschwindende und dabei meist bewegliche Ziele, wie sie belebte Wesen darbieten, dem Gewehrschusse nur verhältnißmäßig sehr geringe Entfernungen gestatten.

Die Infanterie wird daher nur unter sehr begünstigenden Umständen ihr Feuergefecht über die erfahrungsmäßig festgesetzte Grenze von höchstens 300 Schritten ausdehnen dürfen *).

Hierdurch wird die Infanterie gezwungen, zur Anwendung ihres Feuergefechts so nahe an ihren Gegner zu rücken, daß die beiderseitigen Parteien sich in großer Bereitschaft zu einem schnell ausführbaren, entscheidenden Zusammenstoße gegenüber befinden, denn die geringe Tiefe des vom Infanteriegewehre beherrschten und gefährdeten Raumes ist schnell und überraschend zu durchlaufen. Diese große Nähe der sich bekämpfenden Gegner übt sowohl durch seine materielle, als auch taktische und moralische Wirkung einen so großen Einfluß auf die in das Feuergefecht verwickelte Infanterie aus, daß sie mit ihrer Feuerlinie sehr empfindlich an die eingenommene Stellung und an deren Eigenthümlichkeiten, so wie an ihren Zusammenhang mit dem Ganzen geknüpft ist.

Durch diese Umstände der partiellen Entscheidung ihres Gefechtes mit dem gegenüberstehenden Gegner so nahe gerückt, durch die Einförmigkeit und geringe absolute Größe ihrer einzelnen Geschoßwirkung an beschränkte Entfernungen gebunden, durch die störende Einwirkung des Terrains und leichter Deckungen auf die Wirkung der Gewehrkugel, durch die die ganze

---

*) Es erscheint einem unbefangenen Blicke nicht natürlich, um nicht zu sagen unmöglich, daß durch die vergrößerten Schußweiten der neuesten Gewehrkonstruktionen die Wirkungssphäre des Infanteriefeuers sich merklich erweitern kann, denn dazu gehören noch Elemente, welche den Gebrauch des Gewehres mächtig berühren. Die merkliche Senkung der Gewehrkugel bei Entfernungen über 300 Schritt, welche niemals umgangen werden kann, setzt eine Handhabung des Gewehres voraus, welche im Gefecht schwerlich ausgeführt werden möchte.

Thätigkeit und Lenksamkeit der Leute aufzehrende Beschäftigung mit dem Feuergewehre wird dem Infanteriefeuergefecht so viel von der Natur des Nahegefechtes beigemischt, daß man dasselbe als eine unmittelbare Uebergangsform aus dem Ferngefecht in den Entscheidungskampf ansehen muß. Dabei ist auf der andern Seite zu berücksichtigen, daß durch geringfügige Deckungen die beherrschende Kraft des Gewehrfeuers außerordentlich geschwächt und ganz aufgehoben werden kann. Wenn dieser Umstand Gelegenheit gibt, durch Benutzung solcher Deckungen der Infanterie auf der andern Seite wieder eine ungemeine Widerstandsfähigkeit gegen ungedeckte Angriffe durch feindliche Infanterie und volle Sicherheit gegen feindliche Reiterei zu gewähren, so ist doch nicht zu verkennen, daß das Infanteriegewehr durchaus nicht zur Beherrschung des Terrains, zur Führung des Ferngefechtes in dem ausgedehntern Sinne des Begriffes geschaffen ist.

Wenn man geschützte, gedeckte Stellungen, welche das vor der Front eines Heeres gelegene Terrain in größern und geringern Abständen von derselben darbietet, zu einer günstigen und hartnäckigen Vertheidigung durch Infanterie, zur Fernhaltung der feindlichen Schlachtlinie und so in Bezug auf das größere Ganze für ein vortheilhaftes Ferngefecht benutzt, so ändert diese eigenthümliche Beziehung solcher vorgeschobenen Posten zum Ganzen durchaus nichts in der Natur des Gefechtes, in welches diese mit dem nahen Gegner verflochten sind. In Bezug auf ihre eigene Stellung haben sie nur ein beschränktes, wenig Terrain beherrschendes und mit ihrem eigenen Nahegefechte eng verflochtenes Ferngefecht. Ihr Abstand vom Hauptkorps muß je nach seiner Größe durch mehr oder weniger zwischenliegende Posten, ihre weitere Umgebung durch mächtiger wirkende Fernwaffen beherrscht und sicher gestellt werden.

Außerdem gewährt das Infanteriefeuergefecht ein erfolgreiches Mittel, den zur Entscheidug vorrückenden Angriffsmassen eine unmittelbare, erschütternde Einleitung ihres Stoßes in die

Hand zu geben, sich umgeben von einer schützenden und die Massen verhüllenden Menge einzelner Fernstreiter durch das vom Gegner trennende Terrain führen und den Angriffsweg von den feindlichen Fernstreitern säubern zu lassen.

Diese vorangehenden Tirailleure bewachen dann in geschlossenen Haufen und in nächster Stellung den Verlauf des Zusammenstoßes mit dem Gegner, sie schützen Flanken und Rücken ihrer Angriffskolonne, sie verbinden das Element des nächsten Ferngefechts unmittelbar mit dem Entscheidungsstoße.

In diesen angedeuteten Funktionen findet das Ferngefecht der Infanterie seine natürlichen Zwecke und seine reichen Erfolge. —

Die Artillerie dagegen beherrscht durch ihr Geschütz die außer der Sphäre des Infanteriefeuers liegenden Räume bis zu jener früher angedeuteten äußersten Grenze der der Beobachtung unterliegenden Geschoßwirkung und ist durch Größe und Gestaltung ihrer Geschoßwirkungen befähigt, innerhalb dieser ausgedehnten Räume alle im Kriege entgegentretenden Widerstände zu bekämpfen.

Sie vermag das Ferngefecht innerhalb dieser weitern Entfernungen zu führen und zu regeln. Indem sie die vorliegenden Räume für den vorwärts drängenden Angriff erkämpft, den Gegner daraus vertreibt und ihn von der Front der eignen Truppen fern hält, schützt sie das Vorrücken derselben, welchem sie in der Regel vorausgehen wird, um den Gegner in größerer Nähe und mit gesteigerter Wirkung noch weiter zurückzudrängen. Fähig, den Gegner hinter Deckungen, schützenden Terrainwellen 2c. zu erreichen, leichte Deckungen mit ihrem Geschoß zu durchschlagen oder wegzuräumen, vertreibt sie den Feind aus Stellungen, in welchen er den andern Waffen trotzen würde. Sie führt auf diese Weise die eigenen Truppen von Stellung zu Stellung bis zur Sphäre des wirksamen Gewehrfeuers über, mit diesem und dem Entscheidungskampfe setzt sie sich durch ein

vorbereitendes und erschütterndes Kartätschfeuer in Verbindung und bewacht in einer kampfbereiten Stellung den Verlauf des entscheidenden Stoßes, um den Rückschlag desselben durch ein schnell und mörderisch eingreifendes Ferngefecht (Kartätschfeuer) zu bekämpfen, die abgeschlagenen Truppen schützend aufzunehmen, oder um den zurückgeworfenen Gegner durch den Hagel ihrer Geschosse in die Flucht zu stürzen und zu verfolgen. — Selbst stärkere Deckungen überwältigt das Geschütz durch eine längere Wirkung und öffnet dem Angriffe Barrikaden, Holzwände, Mauerwerk und Brustwehren, wo diese im Felde entgegentreten.

Im Festungskriege schützt auf die Dauer keine der üblichen Deckungen gegen die Wirkung der schwersten Geschosse. Hier erkämpft oder erschwert die Artillerie das Festsetzen des Angriffes vor der Festung, das Vorrücken gegen die Werke, welche sie durch ihr Feuer in den verschiedensten Formen (Ricoschett-, Demontir-, Enfilir-, Wurffeuer) entwaffnet, oder zur Bekämpfung des Angriffsfeldes zu behaupten sucht. Sie kämmt die Brustwehren ab, wirft die Mauern nieder, öffnet die Wälle durch gangbare Breschen, zerstört die entgegenstehenden Mauern kasemattirter Räume und Geschützstände. —

Wir entnehmen aus den vorstehenden Betrachtungen, daß die Artillerie im freien Felde, wie im Festungskriege die Waffe des Ferngefechtes ist.

Die Zwecke des Ferngefechtes zu erfüllen, ist demnach die Aufgabe der Artillerie; ihre Leistungen, ihre Gebrauchsfähigkeit begründen die Erfolge des Ferngefechts, den Gebrauch, welchen man vom Ferngefecht machen, den Nutzen, welchen man aus demselben ziehen kann. Je wirksamer, je gebrauchsfähiger, je taktisch-vollendeter die Artilleriewaffe ist, desto gründlicher wird das erfolgreiche, energisch fortgeführte Ferngefecht die Entscheidung vorbereiten, desto sichrer und geregelter zu derselben hinführen, desto mehr werden die

beiden andern Waffen ihre Kräfte für den entscheidenden Stoß aufsparen können.

Auf der hier dargelegten Basis hat sich das Ferngefecht der neuern Kriegsheere der civilisirten Staaten zu dem heutigen Standpunkte emporgehoben.

§. 7.

Das neuere Ferngefecht.

Gestützt auf die angedeuteten Elemente großer, weitreichender Wirkungen, sehen wir die neuern, vorzugsweise die heutigen Kriegsheere der Entscheidung ihrer Schlachten und Gefechte ein möglichst gründlich durchgeführtes Ferngefecht vorausschicken.

Getrennt durch große, vom Artilleriegeschoß beherrschte Räume bekämpfen sich die gegenüberstehenden Gegner durch ihr Geschütz und durch vorgeschobene Posten, durch diese Spitzen, welche, die Gunst einzelner Terrainstellen benutzend, dem Feinde entgegengetrieben sind.

Hinter diesen vorgerückten Feuerlinien, welche, im Ferngefechte mit einander begriffen, als der nächste Zankapfel das Ziel der ersten Angriffe werden, die im Anfange vereinzelt und mit geringern Kräften, im weitern Verlaufe häufiger, zusammenhängender und stärker unternommen werden, hinter diesem Schirme eines schwach beginnenden und im weitern Verlaufe immer stärker entbrennenden Ferngefechts ordnet sich die Hauptmacht der beiderseitigen Heere zum entscheidenden Kampfe. Während sie das Gefecht vor ihrer Front nährt und nach Umständen verstärkt, ist sie noch frei in ihren Bewegungen, ungebunden in ihren Maßregeln und ermächtigt, die weitere Entwickelung der Dinge heranreifen zu lassen, oder herbeizuführen, den günstigen Zeitpunkt zum Angriffe oder zum freiwilligen Rückzuge abzuwarten oder vorzubereiten.

Ihre Reserven erfreuen sich in den weiter zurückgehaltenen, weniger gefährdeten Stellungen einer Freiheit und unbeschränkten

Verfügbarkeit, welche ihren taktischen Werth eben so sehr steigern, als sie die Sicherheit der auf ihr Dasein gestützten Streitkräfte erhöhen, den Entscheidungsschlag stärken und schützen.

Wie das Ferngefecht, nachdem es dem Gegner günstige Stellungen entrissen, sich vorschiebt und dem Gegner auf den Leib rückt, so folgt die Hauptmacht von Stellung zu Stellung nach, sie nähert sich der vorgeschobenen Linie, um deren Offensive zu stärken und sich in größere Bereitschaft zur Ausbeute günstiger Erfolge zu versetzen, oder es nähert sich im andern Falle die Hauptmacht, um das bedrängte, schwankende Gefecht zu unterstützen, durch nahe Hilfe standfest zu machen.

Die Reserven bewachen den Verlauf des nun allgemein und immer heftiger entbrannten Kampfes, fallen mit frischen Streitkräften und entscheidenden Schlägen in denselben ein, um den Sieg zu erringen und die Niederlage zu vollenden, oder im entgegengesetzten Falle dem vordringenden Sieger Halt zu gebieten, die geschlagenen Linien vor Auflösung und Vernichtung zu schützen.

Die geschlagene Partei sucht durch ein energisches, stets kampfbereites Artilleriefeuer (Ferngefecht) die nachfolgenden Sieger von sich abzuhalten, um den Rückzug zu ordnen und zu sichern.

Hier, wie bei dem Vorrücken der Feuerlinie des den Kampf einleitenden Ferngefechtes, um dem Gegner die Gunst des Terrains zu entreißen, oder bei der Vertheidigung dieser vom Gegner bedrängten Linie, ist das Ferngefecht der Artillerie in steter Verbindung mit dem Infanteriefeuer, mit den kleinern Entscheidungskämpfen der Infanterie und Kavallerie. Die Artillerie sieht sich in diesen Gefechtslagen mit einem Kampfe verflochten, welcher, ein buntes Gemisch aller Gefechtselemente, die Gefechtsverhältnisse in der wechselvollsten Gestalt vorüberführt. Sie muß fähig sein, diesem Formenwechsel mit ihrer Gefechtsthätigkeit zu folgen, sie muß danach streben, ihn zu beherrschen. —

Zu der Erfüllung dieser schwierigen, schnell zu lösenden Aufgabe des Ferngefechtes im freien Felde rüstet sich die dazu bestimmte Artillerie mit einer Beweglichkeit und taktischen Fügsamkeit aus, welche diesen Eigenschaften der beiden andern Waffen des Heeres gleichkommen, eigentlich sie übertreffen und mit einer im Feldkriege genügenden Wirkung vereinbar sind. —

Das Ferngefecht des Festungskrieges verläuft einförmiger, geregelter und langsamer, als das des Feldkrieges, es fordert eine weit bedeutendere Geschoßwirkung, aber auch eine ungleich geringere Beweglichkeit und Fügsamkeit in verschiedene Gefechtsformen. Die hierzu verwendete Artillerie richtet daher ihr Augenmerk vorherrschend auf eine große, absolute Geschoßwirkung.

Das Ferngefecht hat den Festungen eine bedeutende Wirkungssphäre verliehen und eine Widerstandsfähigkeit, schützende Kraft für alles im Feuerbereich derselben oder in ihrem Innern geborgene Material ꝛc., einen taktischen Werth als Stützpunkte für taktische und strategische Unternehmungen, wie dieß die früheren Zeiten nicht kannten.

Wie diese kriegerische Bedeutung der Festungen durch das neuere Ferngefecht gewonnen hat, so auch der Festungskrieg, Angriff, wie Vertheidigung. —

Aus diesen vorstehenden Betrachtungen über das neuere Ferngefecht entnehmen wir, welche Veränderung der Taktik durch eine Artillerie erzeugt werden muß, die jene vielfache und schwierige Aufgabe des Ferngefechtes erfolgreich zu lösen vermag, wie wichtig für die heutigen Kriegsheere eine kriegstüchtige Artillerie ist, wie unerläßlich, auf die technische und taktische Fortbildung einer Waffe die höchste Sorgfalt zu wenden, deren organische Einrichtung eben so zusammengesetzt und schwierig ist, als ihre kriegerische Aufgabe vielfach gestellt wird und erfolgreich gelöst werden soll, deren Leistungen die Gefechtsthätigkeit und Erfolge der andern Waffen sichern, vorbereiten und erhöhen.

Der heutige Standpunkt der Technik und der Artilleriewissenschaft, die in Gährung begriffenen Ansichten über den Gebrauch der Artillerie in Massen haben in diese Waffe eine vorwärts drängende Bewegung gebracht, welche, sorgsam benutzt und kräftig unterstützt, die darauf verwendete materielle und taktische Pflege reich vergelten wird.

§. 8.

Einfluß der Artillerie auf den Waffenverband und die innere Stärke des Heeres.

Die vorangehenden Betrachtungen haben den mächtigen Einfluß angedeutet, welche eine der schwierigen Aufgabe des neuern Ferngefechtes gewachsene, kriegstüchtige Artillerie auf die Gefechtsführung, auf den Charakter und Erfolg der Schlachten und Gefechte zu äußern vermag. Dieser Einfluß gewinnt aber noch eine große und wichtige Weiterung, wenn wir seine Rückwirkung auf den Verband der Waffen zum Gefecht ins Auge fassen.

Vor der allgemeinen Bewaffnung der Infanterie mit dem Feuergewehr hatte diese dem Wesen nach dieselben Kampfelemente, Stoßkraft und Bewegung mit der Kavallerie gemein, nur in weit geringerem Maße; sie hatte daher auch wesentlich dieselbe Gefechtsweise und stand um so mehr in ähnlichen Verhältnissen zum Terrain, als ihre geringe Bewegung und Stoßkraft nur durch Formirung großer und unbehilflicher Massen einigermaßen ausgeglichen werden konnte. Daher suchten sowol Fußvolk, als Reiterei, die großen freien und unbedeckten Ebenen zu ihren entscheidenden Gefechten auf; die beiden Waffen konnten ihrer Natur nach keinen wesentlich verschiedenen Gewinn aus den Eigenthümlichkeiten des Terrains ziehen.

In dieser durchgreifenden Gleichartigkeit der Gefechtselemente beider Waffen war die engste Verbindung derselben zum Gefecht gegeben und nur die überlegene Stoßkraft und Beweglichkeit der Reiterei regelte den Gang der ältern Gefechtsführung ge-

wöhnlich dergestalt, daß die Reiterei zuerst bemüht war, die feindliche aus dem Felde zu schlagen, um ungestört über die unterdeß ins Gefecht verwickelten Infanteriemassen herzufallen, oder die Reiterei warf der feindlichen einen angemessenen Theil ihrer Stärke entgegen und nahm von Hause aus mit dem Reste an den Angriffen ihrer Infanterie Theil.

Als die Feuerwaffen aber in allgemeinen Gebrauch kamen, änderte sich dieses Verhältniß beider Waffen im Laufe der Zeit wesentlich. Die Reiterei ist ihrem Wesen nach für einen allgemeinen, nachhaltigen und erfolgreichen Gebrauch der Feuerwaffen nicht geeignet, daher blieb sie und ihre Fechtart im Wesentlichen unverändert. Die Infanterie dagegen erhielt in den Feuerwaffen ein ganz neues und sehr kräftiges Element zu ihrer bisherigen Gefechtsthätigkeit. Die Vervollkommnung und der daraus folgende erleichterte Gebrauch verliehen der Infanterie einen so hohen Grad von Widerstandsfähigkeit gegen die Kavallerie, so viel Gelegenheit, die Eigenthümlichkeiten des Terrains zu ihrem Nutzen auszubeuten, daß ihre Taktik sich von derjenigen der Kavallerie völlig abtrennte. Zur gründlichen Erschöpfung der Vortheile des Feuergefechtes lösten sich bald die tiefen und unbehilflichen Infanteriemassen in lange dünne Linien auf, eine Formation, welche bei der noch nicht genügenden Schußfertigkeit der ältern Infanterieen, bei der unzulänglichen Sicherheit des Schusses und bei der mangelhaften Manövrirfähigkeit der Infanterie einer unternehmenden Reiterei gegenüber viele Blößen darbot. Daher mußten sich diese dünnen Linien in der freien Ebene durch Kavallerie zu schützen suchen, welche an sie gefesselt die dem Kavalleriegefecht unentbehrliche Freiheit und Ungebundenheit verlor, oder sie suchten die durchschnittenen, der Kavallerie unzugänglichen Terrains aus. Im ersten Falle war die Kavallerie, welche mit ihr verbunden, zu ihrem unmittelbaren Schutze, namentlich der Flügel und des Rückens gebraucht wurde, an sie gefesselt, in ihrer Thätigkeit eingeschränkt

und geschwächt und wenn sie mit ihrer Infanterielinie in die Sphäre des Feuergefechts verwickelt wurde, unnützen, sehr empfindlichen Verlusten ausgesetzt. Der Rest der Kavallerie (die Kavalleriereserve) warf sich wie früher auf die feindliche und, nachdem sie diese aus dem Felde geschlagen hatte, auf die langen Linien, welche aufgerollt und niedergeritten wurden. — Im zweiten Falle war die Infanterie von der auf den freiern Räumen sich tummelnden Kavallerie ganz getrennt und die Erfolge der beiden isolirten Gefechte schmolzen nicht immer nach natürlichen, leicht zu beherrschenden Gesetzen in ein Ganzes zusammen.

In dieser Periode der Kriegführung war demnach eine merkliche Trennung des Infanterie- und Kavallerie-Gefechtes vorherrschend. Dieser Uebelstand hob sich wieder, seit die Artillerie sich zu einer selbständigen, taktisch-fügsamen Waffe emporgearbeitet hat, was erst in den neuern Zeiten erfolgte. So lange die Artillerie nichts als der materielle Inbegriff einer Menge größerer, zum Theil unbehilflicher, einförmig und langsam wirkender Schießmaschinen war, welche entweder an die Bataillone der Schlachtlinie paarweise verzettelt, oder in regellose Haufen (Positionsbatterieen) zusammengewürfelt wurden, so lange sie in dieser unselbständigen, untaktischen und unbeweglichen Gestalt sich an die Infanterie gefesselt, oder an das Terrain geheftet sah, so lange vermochte sie zwar todt zu schießen, was gerade auf sie losging und zuweilen große Wirkungen zu leisten, allein sie konnte keinen sehr großen Einfluß auf die Gefechtsführung äußern.

Seit dem hat sich aber die Artillerie zu einer selbständigen, mit den beiden andern Waffen durch taktische Vollendung, Beweglichkeit und durch eine ungewöhnliche Fügsamkeit völlig gleichgestellten Waffe herangebildet und jene beiden Grundkombinationen der heutigen Kriegsheere: Infanterie mit Fuß-Artillerie und Kavallerie mit reitender Artillerie möglich gemacht, welche wieder dieselben Gefechtselemente, nur in verschiedenen Verhält-

nissen, Fernwirkung und Stoßkraft enthalten. Der Infanterie sind durch die ihr beigegebene Artillerie die freien, großen Ebenen wieder zugänglich geworden, sie kann wieder von der ihr eigenthümlichen Bewegung und Manövrirfähigkeit vollen Gebrauch machen, während sich durch ihre Kolonnenformation das Element großer Stoßkraft und bedeutender Widerstandsfähigkeit erzeugen läßt.

Die Reiterei gewinnt durch ihre Artillerie ein weit reichendes, ihre Angriffe vorbereitendes und schützendes Offensivelement, erkämpft sich durch dasselbe die zu ihrem Gefecht erforderlichen weiten Räume, erschüttert schon von Weitem her die anzugreifenden Infanteriemassen, lähmt die Offensivkraft der feindlichen Reiterei und erhält durch ihre Artillerie auf diese Weise nicht nur eine verstärkte Offensivkraft, eine erweiterte Anwendbarkeit, eine größere Fügsamkeit in die verschiedenen Gefechtsverhältnisse, sondern auch einen bedeutsamen Zuwachs an Widerstandsfähigkeit.

Der von der unmittelbaren Verbindung mit den beiden andern Waffen ausgeschlossen gebliebene Theil der Artillerie (Artillerie-Reserve) trägt mit der taktischen Freiheit und Ungebundenheit der Reserven seine energische, erschütternde Fernkraft in erschütternden Schlägen gegen die entscheidenden Punkte der Schlacht, bringt überwältigende Artilleriekräfte in Thätigkeit, eilt gefährdeten Stellungen zu Hilfe und schützt den Ausgang des Kampfes. In der Gleichartigkeit der Grundelemente jener beiden Waffenkombinationen ist ihre Vereinbarkeit zu einem Ganzen, ihre Verwendbarkeit zu denselben Gefechtszwecken gegeben.

Durch die Vereinigung der Waffen aber erzeugt sich die innere Stärke des Heeres, welche dasselbe eben so zum Angriffe, wie zum Widerstande befähigen soll, welche es fügsam in die Eigenthümlichkeiten des Terrains macht und welche gegründet ist auf einen innern Zusammenhang, auf eine Einheit des Ganzen, bei welcher die einzelnen Bestandtheile eine freie und er-

folgreiche Thätigkeit entwickeln können, ohne mit ihrem innern Wesen in Widerspruch zu gerathen.

§. 9.

Elementarbedingungen des Artilleriewesens.

Blicken wir schließlich auf die mannichfaltigen Anforderungen, welche an das Ferngefecht der Artillerie gestellt werden müssen, so sehen wir dieselben stets an dieselben Elemente geknüpft: Wirkung, Bewegung, taktische Fügsamkeit und Manövrirfähigkeit.

Bald wird der höhere, vorherrschende Anspruch an die Wirkung, wie beim Festungskriege, bald an die übrigen Elemente geknüpft sein, wie im freien Felde und in beiden Fällen wiederum in verschiedenen Größen. Aus diesen verschiedenen Anforderungen entspringen eben so viele Kombinationen jener Elementarbedingungen, als Konstruktionsaufgaben für die Darstellung der artilleristischen Bewaffnung. Es wird nicht durchgreifend gelingen, allen verschiedenen Ansprüchen durch eine Universal-Kombination genügend zu entsprechen, die Artillerie wird daher nur durch eine zweckmäßige Vervielfältigung ihrer Waffeneinrichtung zum erreichbar höchsten Erfolge gelangen.

Zur Aufstellung der zweckmäßigsten Kombinationen jener oben erwähnten Elemente gehört nicht allein eine große kriegerische und artilleristische Erfahrung, sondern die Natur dieser Elemente fordert auch, um sie richtig würdigen, gebrauchen und bei der Konstruktion behandeln zu können, eine wissenschaftliche Begründung derjenigen, welche derselben fähig sind und nicht der Erfahrung allein unterliegen.

Unter den oben genannten Grundlagen des Artilleriewesens ist die Wirkung einer wissenschaftlichen Begründung fähig und bedürftig.

Die Wirkung des Geschosses, seine Bewegung, die bewegende Kraft, die Darstellung der Geschützröhre machen als die

Bestandtheile, welche die Wirkung unmittelbar bedingen, den Stoff einer allgemeinen Artilleriewissenschaft aus, deren Zweck es demnach sein wird, für die Konstruktion dieser Elemente der Wirkung allgemein giltige Prinzipien zu entwickeln.

Auf diese Reihe von wissenschaftlich begründeten Konstruktionsprinzipien müssen sich die artilleristische Kritik, die artilleristische Erfahrung stützen, um eine Erfahrungslehre zu gewinnen, deren Resultate wir in den verschiedenen Artilleriesystemen vor uns sehen.

Sie sind die getreuen Exponenten, in welchen Verhältnissen Wissenschaft, Erfahrung, herrschende Ansichten und mancherlei zufällige Elemente bei ihrer Darstellung zu Einfluß gelangten.

Um klar in das Wesen dieser oft sehr abweichenden Konstruktionssysteme blicken zu können, um einen sichern Boden für die Kritik zu gewinnen, ist eine abgesonderte Entwickelung der artilleristischen Grundwahrheiten unentbehrlich.

Erster Abschnitt.

Die Lehre von der Wirkung.

Erstes Kapitel.

Ueber die Elemente der Wirkung.

§. 1.

Allgemeiner Begriff der Wirkung.

Die Wirkung der Artilleriewaffen mißt sich durch die Art und Größe der angerichteten Zerstörung, durch die Entfernung, in welcher sie erzeugt wurde und durch die Zeit, welche zu ihrer Vollendung erforderlich war.

Von diesen drei Elementen machen die beiden erstgenannten den eigenthümlichen Charakter der Fernwaffe aus, während die Zeit diese Fernwirkung ihrer Heftigkeit nach mißt und mit der Dauer und Möglichkeit des Widerstandes, so wie mit dem Verlaufe des Gefechtes in Bezug bringt.

§. 2.

Allgemeines Maß der Zerstörungsgewalt.

In der Art und Größe der entgegentretenden Widerstände und in der Art und Größe der gegen diese ausgeführten Zerstörung ist das absolute Maß der zerstörenden Gewalt gegeben.

Es ist klar, daß es für jede Art und Größe des Widerstandes, wie ihn die verschiedenen Gefechtsobjekte der Artillerie darbieten, auch eine Art des Zerstörungsaktes geben muß, welche die höchste und schnellste Wirkung gewährt.

Wir erhalten sonach als erste Grundkombination der Wirkungselemente: Art und Größe der Widerstände — Art des Zerstörungsaktes.

In Verbindung mit dieser ersten Grundkombination ergibt sich die verschiedene Größe der beabsichtigten Zerstörung als das direkte Maß der zerstörenden Gewalt.

Wenn nun in der Wirklichkeit die Zerstörung in verschiedenen Entfernungen erzeugt werden muß, wenn man ferner beim kriegerischen Zerstörungsakte im Zeitverbrauche sehr eingeschränkt sein kann, und wenn diese beiden Elemente einen wesentlichen Einfluß auf die Größe der zerstörenden Gewalt auszuüben vermögen, so erhalten wir als allgemeinstes Maß der Zerstörungsgewalt folgende Kombination: Art und Größe des Widerstandes — Art des Zerstörungsaktes — Größe desselben — Entfernung, in welcher der Zerstörungsakt ausgeführt werden muß — Zeit, welche darauf verwendet werden soll oder kann.

§. 3.

Gefechtsobjekte der Artillerie.

Die Artillerie findet ihre Gefechtsobjekte in den Truppen des Gegners, deren Waffen, Ausrüstungsgegenständen, ihrem Troß, den natürlichen und künstlichen Deckungsmitteln dieser verschiedenen Dinge und den Zugangshindernissen zum unmittelbaren Angriffe des Gegners. Menschen und Pferde, Geschütze und Wagen, natürliche und künstliche Erddeckungen von verschiedener Festigkeit, Deckungen von Holz und Mauerwerk, Gebäude, Barrikaden, Wälle und Brustwehren in allen Formen und Stärken treten der Artilleriewirkung entgegen.

Die hieraus entspringende Mannichfaltigkeit der wirksamsten Zerstörungsakte, deren Größe in Verbindung mit der Entfernung und mit dem Zeitverbrauche bedingen eine angemessene Mannichfaltigkeit der Waffenkonstruktion, der zerstörenden Kräfte

und Mittel, so wie ihrer wirksamsten Verwendung als erste Grundbedingung des innern Wesens der Artilleriewaffe.

§. 4.

Das Verhältniß des Zerstörungsaktes zu den Widerständen.

Der Zerstörungsakt beabsichtigt selten die absolute Vernichtung der verschiedenen Gefechtsobjekte, sondern findet seine Vollendung meistens schon in der Vernichtung seiner Brauchbarkeit für das Gefecht, seines innern Zusammenhanges, seiner organischen Verbindung zu einem taktischen Körper.

So genügt bei der Bekämpfung von Truppen die durch geringere oder größere Verluste an Führern, Streitern und Streitmitteln erzeugte Auflösung der innern Ordnung, die merkliche Erschütterung der materiellen und moralischen Kampftüchtigkeit, selbst auch wohl schon die Bedrohung mit diesen Ergebnissen.

Eben so ist es selten nothwendig, die Deckungen und Hindernisse gänzlich oder theilweise hinwegzuräumen; oft ist es hinreichend, sie in einem Grade zu beschädigen, daß sie dem Vertheidiger nicht mehr den erforderlichen Schutz gewähren (Breschiren, Demontiren).

In vielen Fällen bekämpft man die Deckungen selbst gar nicht, sondern den dahinter stehenden Vertheidiger ꝛc. durch eine angemessene Direktion der zerstörenden Mittel und Kräfte (Wurffeuer, Rikoschettiren, Enfiliren).

Endlich räumt man brennbare Deckungen durch Anzünden fort und erleuchtet die durch nächtliche Dunkelheit verborgenen Stellungen und Maßregeln des Gegners.

Hieraus ergibt sich:

1. Die Art des Zerstörungsaktes muß der wirksamsten Bekämpfung des Widerstandes so nahe, als möglich, entsprechen.
2. Der Widerstand des Gefechtsobjektes ist nur in seltenen Fällen durch seine materielle Festigkeit allein begründet.

3. Der Zerstörungsakt wird daher gegen dieselben Gefechtsobjekte in sehr verschiedener Form ausführbar sein und durch mannichfache Elemente in den einzelnen Fällen bedingt werden.

4. Die Größe der erforderlichen Zerstörung ist nur in seltenen Fällen in der Vernichtung des Gefechtsobjektes gegeben, sondern bleibt in den meisten Fällen weit unter dieser äußersten Grenze.

§. 5.

Unvermeidliche Beschränkung in der Art und Größe des Zerstörungsaktes.

Es wird in der Wirklichkeit selten möglich sein, den Zerstörungsakt des einzelnen Geschosses bis zu dem im vorigen § angedeuteten Ertrage hinaufzuführen, so daß der deshalb unvollständige Erfolg des einzelnen Geschosses durch mehrere Geschoßwirkungen zu einem genügenden Totalerfolge ergänzt werden, und wenn auch dieß nicht möglich wird, durch die Thätigkeit und durch größere Opfer der andern Waffen übertragen werden muß (Manövriren, unmittelbare Angriffe, Minen ꝛc.).

Die Artillerie müßte, wollte sie stets nach jenem vollendeten Ertrage ihrer Thätigkeit trachten, eine unerschöpfliche Menge und Mannichfaltigkeit der zerstörenden Mittel und Kräfte besitzen und stets zur Hand haben, sie müßte frei über Zeit und Ort ihrer Thätigkeit gebieten können, sie müßte auf diejenige Einfachheit ihrer Waffeneinrichtung verzichten, welche eine der wesentlichsten Grundlagen ihrer taktischen Brauchbarkeit und Fügsamkeit ausmacht.

Man ist genöthigt, bei der Konstruktion den als die richtigsten erkannten Gefechtszwecken eine vorherschende Berücksichtigung zuzuwenden und sich in andern Fällen mit mehr oder weniger ermäßigten Resultaten zu begnügen.

Hierbei muß noch davon abgesehen werden, daß es in der Wirklichkeit eine Menge der Wirkung ungünstiger Elemente gibt,

welche bei der Konstruktion gar nicht in Betracht gezogen werden können.

Noch andere Elemente machen eine Konstruktion, welche sie berücksichtigt hat, in den einzelnen Richtungen ihrer Wirksamkeit um so viel schwächer, als dieselbe allgemeinbrauchbarer geschaffen worden ist.

Alles dieß zusammengefaßt, ermäßigt den Zerstörungsakt in den einzelnen Fällen unter das genügende Maß und man muß, wo es sich durchführen läßt, durch eine größere Anzahl einzelner Zerstörungsakte (Schußzahl), durch eine lebhaftere Ausführung derselben (Schnelligkeit des Feuers), endlich durch eine größere Fügsamkeit in die wechselvollen Gefechtsverhältnisse (Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit) jenen Mangel zu beseitigen suchen.

Hieraus ergeben sich folgende Schlüsse:

1. Man kann nicht beabsichtigen, den jedesmaligen Zerstörungsakt durch einen einzelnen Schuß zu vollenden, sondern man muß in der Regel auf die Abgabe mehrerer Schüsse bedacht sein.

   Hierin gründet sich die Möglichkeit, die zerstörenden Mittel und Kräfte, die Einrichtungen der Artilleriewaffe auf die unentbehrliche Einfachheit zurückzuführen.
2. Die Schnelligkeit des Feuers ist ein unentbehrliches Element für die Waffen der Artillerie, durch welches sie ihre Erfolge wesentlich zu steigern vermögen, um sich im Verbrauche der Zeit freier bewegen zu können.
3. Die Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit gestatten der Artillerie, sich mit den Verhältnissen eines wechselvollen Gefechtes in derjenigen Verbindung zu erhalten, welche nicht allein ihre Wirkung sicher stellen, sondern auch die Artillerie zur Führung des Ferngefechtes befähigen soll.

§. 6.

Die Elemente der zerstörenden Gewalt.

Die Zerstörungsgewalt aller Fernwaffen beruhet in der Einwirkung eines Körpers (Geschoß) auf das Objekt, welches der Zerstörung unterworfen werden soll und welches sich mehr oder weniger entfernt von demjenigen befindet, welcher die Zerstörung beabsichtigt.

Das Geschoß muß demnach nach dem Objekte seiner Wirkung bewegt werden.

Durch die Bewegung muß das Geschoß in eine solche Verbindung mit dem Objekte gebracht werden, welche für die Aeußerung seiner zerstörenden Kraft die günstigste ist.

Es ergeben sich somit als die ersten und Grund-Elemente der zerstörenden Gewalt der Fernwaffen: Geschoß und Bewegung desselben. —

Wir haben bereits im Frühern ersehen, daß die verschiedene Natur der zu bekämpfenden Widerstände die Gestalt des günstigsten, wirksamsten Zerstörungsaktes verschieden bedingt.

Es ist ohne Weiteres klar, daß die Vervielfältigung des Zerstörungsaktes, wie sie im §. 4 ihren wesentlichsten und unentbehrlichen Gestaltungen nach angedeutet wurde, nicht allein durch die verschiedenartige Bewegung des Geschosses erreicht werden kann, vielmehr muß in einzelnen Fällen im Geschoß die zerstörende Kraft enthalten sein, und die Bewegung dient nur dazu, das Geschoß mit dem Objekte in die geeignetste Verbindung zu bringen.

Wir erhalten sonach als die Grund-Elemente der zerstörenden Gewalt: das Geschoß — die dem Geschoß zugehörige Zerstörungskraft — die Bewegung desselben.

Wir betrachten nunmehr die zerstörende Gewalt in dem Gesamtbegriffe: das bewegte Geschoß mit der ihm eigenthümlichen Wirkungsweise, wobei wir als Grundsatz festhalten, daß die Bewegung die unzertrennliche Eigenschaft des

fernwirkenden Geschosses bleibt, daher auch bei der Konstruktion des Geschosses die ersten Rücksichten in Anspruch zu nehmen hat, neben welchen und ihnen unbeschadet besondere Eigenschaften des Geschosses die Wirkung desselben vielfacher gestalten dürfen.

In der Vielfältigkeit des Geschosses, begründet durch diese besondern Eigenschaften, in der Vielgestaltigkeit seiner Bewegung gegen das Objekt der Zerstörung ist eine reiche Zahl von Kombinationen gegeben, durch welche die Artillerie zur wirksamsten und fügsamsten aller Fernwaffen geworden ist, durch welche sie der im §. 5 erwähnten Beschränkung sich vielfach entziehen kann und in Verbindung mit einer entsprechenden Schnelligkeit des Feuers und Beweglichkeit sich leichter, als jede andere Waffe, den Wechselfällen des Gefechtes anzuschließen vermag. Hieraus folgt unmittelbar:

Die Vielfältigkeit des Geschosses und seiner Bewegung muß als die breiteste Grundlage erachtet werden, auf welche sich die Vereinfachung der Geschütze und des ganzen Wesens der Artillerie, ihre Beweglichkeit und taktische Fügsamkeit, der Wirkung unbeschadet, stützen dürfen.

§. 7.

Die Entfernung.

Die Entfernung, in welcher das Objekt zerstört wird, tritt uns in doppelter Beziehung zur Wirkung entgegen. Einmal ist sie das die Fernwaffe charakterisirende Element und erscheint als das die Ueberlegenheit der Fernwaffe wesentlich begründende Mittel, auf der andern Seite aber erschwert sie gleichzeitig die Wirkung und tritt in die Reihe der zu überwindenden Widerstände ein. Sie ist der erste vom Geschoß, ohne Schmälerung seiner zum Zerstörungswerke unentbehrlichen Kraft und Eigenschaften, zu überwindende Widerstand.

Es bedarf nur eines Hinblickes auf die Natur der kriegerischen Verhältnisse, um zu erkennen, daß die Fernwirkung, mit

sehr wenigen Ausnahmen, die Grenze nicht überschreiten darf, in welcher das unbewaffnete Auge noch deutlich die Bewegung und Wirkung des Geschosses beobachten und regeln kann. Als diese äußerste Grenze sieht man die Entfernung von 2000 Schritten an, als innere die im Kriege anwendbare Tragweite des Gewehrschusses. Der Raum zwischen beiden Grenzen ist das natürliche Gefechtsfeld der Artillerie. In diesem Raume muß die Artillerie den andern Waffen überlegen sein, um das Ferngefecht führen und beherrschen zu können und sie muß in demselben eine den Zwecken und dem Charakter des Gefechtes entsprechende, so wie mit der Annäherung der streitenden Parteien sich angemessen steigernde Wirkung zu äußern vermögen.

Die natürliche Steigerung der Wirkung, welche aus dem geringern Widerstande der abnehmenden Entfernungen entspringt, genügt nur in einzelnen wenigen Fällen (im Festungskriege), in den meisten Gefechtsverhältnissen wird diese Steigerung noch erhöhet durch besondere Wirkungsweise des Geschosses, durch Schnelligkeit des Feuers und Manövrirfähigkeit der Waffe.

Es ist ein der Natur des Krieges entsprechender Grundsatz, dem Gegner überlegen zu sein, es ist also auch ein unumstößliches Prinzip der Artillerie, der feindlichen an Wirkung überlegen zu werden. Die Entfernung, in welcher sie eine große und zuverlässige Wirkung einer schwächern feindlichen entgegenzusetzen vermag, ist demnach eine natürliche Grundlage dieser erstrebten Ueberlegenheit.

„Eine weiter, als die feindliche, reichende Fernwirkung" steht daher als artilleristisches Konstruktionsprinzip fest.

Eben so aber steht es als Konstruktionsgesetz da: „sich eine „mit der abnehmenden Entfernung schneller steigende Wirkung „zu verschaffen, als der Gegner."

Ist dieses Gesetz erreicht, durch welches die Artillerie zur Beherrschung des Ferngefechtes der feindlichen gegenüber erhoben wird, so wird der Grundsatz für den Gebrauch der Artillerie

im Gefecht möglich und wahr: „durch rechtzeitiges Näherrücken „an den Gegner die Wirkung zu steigern und die Entscheidung „zu beschleunigen."

„Die mannichfache Gestaltung der Geschoßwirkung, mit „andern Worten, die Ueberlegenheit der eigenen Geschosse über „die des Gegners, begründet diesen vortheilhaften Gebrauch der „nähern Entfernungen, welcher durch eine große Beweglichkeit „und Manövrirfähigkeit erleichtert, unterstützt und durch stei„gende Schnelligkeit eines sichern Schusses erhöhet wird."

In diesen vielfachen Beziehungen der Entfernung zur Wirkung, zur Konstruktion und zum Gebrauche ist ein eben so verwickeltes Problem enthalten, als eine reiche Fundgrube großer Erfolge gegeben.

§. 8.

Die Wirkung des Geschosses im Allgemeinen.

Die Wirkung des Geschosses beruht entweder in der Gewalt, mit welcher das Geschoß gegen das zu zerstörende Objekt stößt, indem es entweder durch Erschütterung dasselbe zertrümmert, oder in dasselbe eindringt und dadurch den zum fernern Widerstande nothwendigen Zusammenhang stört, oder sie beruhet in einer eigenthümlichen Wirkung des Geschosses, erzeugt durch besondere Eigenschaften desselben (Sprengwirkung, Zündkraft, Leuchtkraft).

Im erstern Falle ist es eine bedeutende Stoßgewalt, welche natürlich mit der Größe des Widerstandes und der Größe der durch das Geschoß beabsichtigten Wirkung auf das Objekt in direkter Beziehung steht.

Wenn wir wissen, daß die Stoßgewalt eines Körpers auf einen andern das Produkt seiner Masse in die Geschwindigkeit seiner Bewegung ist, wenn es ferner in der Natur der Sache liegt, daß der Widerstand der verschiedenen Objekte bald am wirksamsten durch Erschütterung, bald durch ein tiefes Eindringen des Geschosses in die Materie derselben, oder durch ein

Durchbohren, Zerreißen, Zersplittern überwältigt wird und wenn es endlich eben so bekannt ist, daß eine verschiedene Kombination der Masse des Geschosses (des Gewichtes) und der Geschwindigkeit seiner Bewegung jene verschiedenen Modifikationen in die Stoßgewalt des Geschosses zu bringen vermag, so sehen wir in der Feststellung und dem Gebrauche dieser Kombinationen eine der wichtigsten und einflußreichsten Aufgaben der Artillerie, welche die Kenntniß der Natur der zu bekämpfenden Widerstände als ihre Grundlage anzusehen hat.

Die Stoßgewalt hat in allen ihren Nüancirungen die Masse des Geschosses und die Bewegung zu Elementarfaktoren, welche sich hier auf das Innigste zu einem Ganzen verschmelzen und eben so bei der Konstruktion, wie bei der Wirkung, durchdringen müssen.

Gewicht und Gestalt des Geschosses, neben den materiellen Eigenschaften desselben, welche hier noch nicht in Betracht kommen dürfen, Geschwindigkeit, Richtung, Gestalt und Weite der Bewegung sind bei der Wirkung des Geschosses durch Stoß in unzertrennlicher Wechselwirkung.

Aus diesen Kombinationen entspringen auf der einen Seite die verschiedenen Gewichte der Geschosse (Kaliber), gewissermaßen als die natürliche Grundlage für die Gradation der Geschoßwirkung, während auf der andern Seite eine Reihe von Ladungen und Richtungswinkeln als Stimmgabel für die Nüancirungen der Stoßgewalt dastehet und zugleich in weiterer Folge die Gattungen der Geschützröhre, als der Regulatoren für die Bewegung, feststellt.

Wo die Wirkung des Geschosses nicht auf der Stoßkraft beruhet, sondern durch besondere Eigenschaften desselben bedingt ist, da erscheint diese Wirkung von der Bewegung getrennt und diese letztere ist nur zur Ueberwindung der Entfernungen bestimmt. Dennoch bleibt die Bewegung ein wichtiges Element solcher Geschosse, deren Wirkung eben so sehr davon abhängt,

daß das Geschoß in die der Wirkung entsprechende Verbindung gebracht wird, wie dieß bei der Stoßwirkung der Fall ist.

Deshalb darf bei der Konstruktion dieser Geschosse die Bedingung, sie zu bewegen, keineswegs leichter behandelt werden, als im ersten Falle, vielmehr ist in der Mehrzahl der Fälle sogar ein genaueres Maß der Bewegung einzuhalten, um die eigenthümliche Wirkung des Geschosses nicht zu stören.

Bei der Wirkung durch den Stoß verlangen die Nüancirung der Stoßgewalt, die Entfernungen und die Richtung des Stoßes eine reiche Zahl von Bewegungsgrößen und Bewegungsgestalten, allein es ist auch nicht zu übersehen, daß hierbei eine so genaue Kenntniß der Widerstandsart des Objektes vorausgesetzt wird, wie sie in vielen Fällen gar nicht zu erlangen ist.

Man wird deshalb in vielen Fällen die Stoßkraft weit ungünstiger gestalten, als es wünschenswerth wäre, denn meistens wird sie nur durch die Mittel geregelt, welche zu ihrer Erzeugung vorhanden sind. Die Stoßkraft verträgt, wenn sie nur nicht zu ungenügend und ungünstig ausfällt, ein ungenaues Maß weit leichter, als die eigenthümliche Geschoßwirkung.

§. 9.

Die Bewegung des Geschosses.

Die Bewegung des Geschosses tritt demnach in mehrfache Beziehung zur Wirkung desselben.

Ihre Größe, oder Geschwindigkeit, ist ein Grund-Element der Stoßgewalt in Bezug auf deren Größe sowohl, als auf ihre Wirkungsweise, ihre innere Natur, worüber bereits im vorigen §. die allgemeinen Andeutungen gegeben wurden.

Im nähern Eingehen auf diesen Gegenstand gelangen wir zu folgenden Grundkombinationen des Geschosses und der Bewegung:

1. Schweres Geschoß — nach Maßgabe der Entfernung geringere Geschwindigkeit.

Eigenschaften dieser Kombination:

Das schwere Geschoß begründet eine bedeutende Stoßkraft, welche bei der geringern Größe der Bewegung und der größern Angriffsfläche (Durchschnittsfläche) des Geschosses mehr auf Erschütterung des Objektes, als auf Durchbohren ꝛc. desselben gerichtet ist. Die zunehmende Geschwindigkeit steigert die eindringende, durchbohrende Kraft des Geschosses, wobei jedoch gleichzeitig die erschütternde Einwirkung auf das Objekt merklich abnimmt und endlich ganz aufhören kann.

Diese Kombination ist mithin einer ungewöhnlichen Steigerung und sehr verschiedener Gestaltung des Stoßes fähig.

Sie erträgt ohne sehr nachtheilige Beeinträchtigung die Erweiterung der Wirkungssphäre und Modifizirungen der Flugbahn des Geschosses und der Richtung des Stoßes, welche letztere Eigenschaft dieser Kombination, wie wir später sehen werden, um so wichtiger ist, als man selten im Stande ist, dem Geschoßstoße die seiner Wirkung günstigste Richtung gegen das Objekt zu geben.

2. Leichtes Geschoß — nach Maßgabe der Entfernung größere Geschwindigkeit.

Eigenschaften dieser Kombination.

Diese Kombination ist mehr auf Eindringen, Durchbohren des Objektes, weniger auf Erschütterung berechnet, einer weit geringern Steigerung der Stoßkraft, einer weit eingeschränktern Modifikation der Flugbahn, der Richtung des Stoßes und einer begränztern Wirkungssphäre fähig.

Die eindringende Kraft steigert sich mit der zunehmenden Geschwindigkeit weit langsamer, als bei der erstern Kombination und die erschütternde Kraft geht dabei sehr schnell verloren.

Diese Kombination wird vorzugsweise zur Beherrschung tiefer mit Objekten der Wirkung besetzter Räume (Truppen im freien Felde) benutzt, um das Geschoß in einem möglichst flachen Bogen dicht über die Terrainfläche wegzutreiben, dem Geschoß-

fluge einen großen bestrichenen Raum zu geben. Man könnte diese Kombination am treffendsten mit dem Begriffe Stoßkraft der Flugbahn bezeichnen.

3. Geschoß mit besonderer Wirkung — nach Maßgabe der Entfernung geringste Geschwindigkeit.

Eigenschaften dieser Kombination.

Größe, Einrichtung des Geschosses und seine besondere Wirkungsweise bedingen seine zerstörende Kraft.

Die Geschwindigkeit hat in Verbindung mit der Gestalt der Bewegung die Erweiterung der Wirkungssphäre zur ersten Absicht und gibt Mittel an die Hand, die durch Gestalt des Terrains, Deckungen ꝛc. nothwendig werdenden Modifikationen der Flugbahn zu erzeugen.

Zwischen diesen Grundkombinationen liegt eine große Reihe von Mittelgliedern, durch welche man sich den verschiedenartigsten Bedürfnissen mit mehr oder weniger Erfolg anzuschließen vermag. Entspringen sie meistens aus der Beschränktheit der vorhandenen Mittel, so sind sie auch auf der andern Seite eine Garantie gegen Einseitigkeit und Unthätigkeit der gegebenen Streitmittel.

Die Gestalt der Flugbahn steht nicht allein in Beziehung zur Richtung des Stoßes, zur Wirkung auf das Objekt, sondern auch auf die Schußweite, auf Gestaltung des Terrains, auf zufällige Deckungen des Objektes äußert die Gestalt der Bewegung den wesentlichsten Einfluß, steht mit ihnen in enger Beziehung.

Es wird später noch deutlicher hervortreten, daß gewisse Wirkungen der Geschosse nur mit gewissen Gestalten der Flugbahn vereinbar sind (Schußarten) und daß somit die Gestalt der Bewegung einen zusammengesetztern Einfluß auf die Wirkung hat, als bisher angedeutet war.

Die Weite der Bewegung steht mit der Entfernung, mit der Stoßgewalt und mit besondern Gefechtszwecken, von denen

wir nur auf die Beherrschung weiter Räume durch den Schuß (Rollschuß, Enfilirschuß, Rikoschettschuß, rasirende Schüsse) hindeuten wollen, in mannichfacher Beziehung.

§. 10.

Die bewegende Kraft.

Die bewegende Kraft muß als die Ursache der Bewegung derjenigen Abmessung und Regelung fähig sein, deren die Bewegung selbst bedarf, um zu jenen vielgestaltigen Kombinationen mit dem Geschoß zu führen, welche die Wirkung desselben erhöhen und seinen Gebrauch unter den verschiedenartigen Verhältnissen begründen.

Die Meßbarkeit der bewegenden Kraft ist die erste Grundbedingung derselben und muß in der Natur derselben begründet sein. Genauigkeit und Sicherheit sind unzertrennliche Eigenschaften dieser Meßbarkeit, in denen alle dazu gehörigen Bedingungen, als Gleichförmigkeit der bewegenden Kraft ihrer jedesmaligen Wirkung nach, gleiche Beziehung zu Raum und Zeit, Unveränderlichkeit ihres Wesens, ihrer Erzeugung und Anwendung selbstredend gegeben sind.

Nur unter diesen Bedingungen eines stets unveränderlichen Wesens der bewegenden Kraft wird es möglich, dieselbe so vielfach zu regeln, als es die große Zahl der wünschenswerthen und nothwendigen Kombinationen von Geschoß und Bewegung erheischt.

Demnach ergeben sich als Grundeigenschaften der bewegenden Kraft: 1. Gleichförmigkeit und Unveränderlichkeit und 2. Meßbarkeit in möglichster Ausdehnung und Schärfe.

Eine weitere Bedingung ist in diesen Grundeigenschaften bereits enthalten und darf daher nur angedeutet werden; es ist die geregelte Steigerung der Kraft mit dem Wachsen der Abmessungen.

Das Gesetz, nach welchem sich die Kraft und ihre Wirkung, die Kraftäußerung, durch das Wachsen ihres Maßes steigert, ist die Grundlage ihrer Meßbarkeit.

Eine fernere Bedingung für die bewegende Kraft ist in der leichten und schnellen Erzeugung im Augenblicke des Gebrauches gegeben.

Nur hierdurch ist ihre Brauchbarkeit für die Gefechtsführung vollendet.

Je leichter, mit je geringerem Kraftaufwande, je schneller und je augenblicklicher die bewegende Kraft in jedem erforderlichen Maße erzeugt werden kann, desto freier und ungebundener wird man in ihrer Anwendung, in der Steigerung der zerstörenden Geschoßkraft, desto fähiger wird man zur Führung eines energischen, überlegenen Ferngefechtes und zur Ausbeutung günstiger Augenblicke.

Somit erhalten wir als Konstruktionsprinzipien der bewegenden Kraft:

1. Gleichförmigkeit und Unveränderlichkeit.
2. Schärfe der Meßbarkeit und geregelte Steigerung.
3. Leichte und schnelle, wo möglich augenblickliche, Erzeugung im Augenblicke ihres Gebrauches.

§. 11.

Die Zeit als Element der Wirkung.

Die Zeit steht in unmittelbarer und vielfacher Beziehung zu den Leistungen der Fernwaffe.

Im Allgemeinen hat auch hier der Grundsatz volle Geltung, daß die Arbeit ein Produkt aus der Zeit in die arbeitende Kraft ist, ähnlich dem, nach welchem die Stoßkraft ein Produkt der bewegten Masse in die Geschwindigkeit ist. So wie hier die Vermehrung des einen Faktors eine eben so große Verminderung des andern zuläßt, wo die sonstigen Verhältnisse es gestatten, so auch dort.

Die Natur der kriegerischen Ereignisse schränkt mehr, wie alle andern Verhältnisse, den Gebrauch der Zeit ein und stellt für jede mit dem Kriege in Beziehung stehende Thätigkeit den Zeitgewinn als durchgreifenden Grundsatz auf. So wie der Widerstand seine Dauer möglichst zu verlängern bemüht ist, so sucht die angreifende Kraft denselben so schnell, als es geht, zu überwältigen.

Die wesentlichsten Beziehungen, in welche die Zeit zur Thätigkeit und zu den Leistungen der Fernwasse tritt, sind hier:

1. Die zur Abgabe der zerstörenden Kraft erforderliche Zeit.

   Dieser Zeitraum, den wir durch Schußfertigkeit am kürzesten bezeichnen, ist bedingt:

   a. durch die Zeit, welche die Erzeugung der bewegenden Kraft in Anspruch nimmt.

   b. durch die zur Handhabung dieser Kraft erforderliche Zeit (Leichtigkeit und Schnelligkeit der Bedienung).

2. Die zur Bewegung des Geschosses nach dem Objekte nothwendige Zeit (Geschwindigkeit des Geschosses).

3. Die zur Wirkung des Geschosses erforderliche Zeit (Heftigkeit der Geschoßwirkung).

4. Die Zeit zur Vollendung einer durch mehrere einzelne Geschosse erzeugten Totalwirkung. — Dieser Zeitraum ist eine Kombination der ersten drei Zeitelemente, der Größe der Wirkung des einzelnen Geschosses und der Wahrscheinlichkeit des Treffens durch die einzelnen Geschosse.

5. Endlich kommt noch diejenige Zeit in Betracht, deren die Fernwaffe bedarf, um dem Gefecht entsprechend von einem Objekte zum andern überzugehen, die Entfernungen zu ändern, die entsprechenden Gefechts- und Stellungsformen einzunehmen und in jedem dieser Verhältnisse zur

Wirksamkeit zu gelangen (Gewandtheit, Beweglichkeit, taktische Fügsamkeit der Waffe in weitester Bedeutung dieser Begriffe). —

Es bedarf keiner weitern Auseinandersetzung, daß die möglichste Verkürzung aller der hier angedeuteten Zeiträume an der Spitze aller Konstruktionsprinzipien stehen muß, daß dadurch nicht allein die Wirkung der Fernwaffe unmittelbar erhöhet wird, ihre Ueberlegenheit in der Verkürzung der Wirkungszeit eins ihrer wesentlichsten Elemente findet, so wie die Möglichkeit zu widerstehen, den Widerstand zu verstärken, zu nähren und zu erneuern, vermindert wird, sondern auch, daß sich dadurch eine unbeschränktere Herrschaft über die Zeit, eine leichtere und erfolgreichere Benutzung derselben, so wie die augenblickliche Erfassung und Ausbeute günstiger Wechselfälle begründet.

Schließlich möge hier noch darauf hingedeutet werden, daß die Verkürzung der hier angedeuteten Zeiträume, so wie sie auf der einen Seite die Wirkung der Fernwaffen bis zur Unwiderstehlichkeit zu steigern verspricht, auf der andern Seite die Konstruktion der Waffen merklich erschweren muß, indem die Konstruktionsaufgabe der Waffen nicht ist, nach der höchsten absoluten Wirkung des Geschosses zu streben, sondern nach der höchsten Wirkung in einer der Natur der Gefechtsverhältnisse entsprechenden Zeit. Innerhalb der durch diese Zeitforderung gezeichneten Grenze ist das wirksamste Geschoß als die Grundlage der höchsten Wirkung der Waffen anzusehen.

Die Zeit stellt daher die Konstruktionsaufgabe bestimmter, ohne deshalb mit der Wirkung in Widerspruch zu treten, wie dieß gemeinhin so grundsätzliche Ansicht ist.

Die richtige Kombination der Geschoßwirkung mit der dazu erforderlichen Zeit gibt die erreichbar höchste Waffenwirkung, eben so wie das richtige Verhältniß zwischen der Größe der arbeitenden Kraft und der Arbeitszeit den höchsten Arbeitsertrag, und das richtige Verhältniß des Geschosses und seiner Geschwin-

digkeit in jedem einzelnen Falle den höchsten Ertrag seiner Wirkung gibt.

Nichts erscheint für eine klare, wissenschaftliche Auffassung des Wesens der Dinge nachtheiliger und hinderlicher, als jene weit verbreiteten, immer wiederholten und in die Reihe wissenschaftlicher Grundsätze der Artillerie eingeschlichenen Redensarten: Wirkung und Beweglichkeit sind entgegengesetzte, feindliche Elemente, Wirkung und Schnelligkeit des Feuers sind einander entgegen u. s. w. — Dieß sind Redensarten, welche nichts als den Grad der Verlegenheit des Konstruktors bezeichnen, der sich zwischen diesen Elementen eingeklemmt sieht und seinem Unwillen über die Schwierigkeiten einer bestimmten, aber oft unklar bezeichneten, Konstruktionsaufgabe durch derartige, sogenannte praktische Ansichten Luft macht. Für die Konstruktion haben diese Ansichten allerdings ihre praktische Bedeutung und werden als solche auch immer anerkannt werden müssen, allein sie dürfen sich niemals in die Reihe wissenschaftlicher Grundsätze und Ansichten einschwärzen.

Die Wissenschaft muß die Ideen, Begriffe, Ansichten in ihrer ganzen Reinheit, Schärfe und Vollkommenheit hinstellen; aus diesen müssen die Konstruktionsprinzipien entspringen, die zur Grundlage wirklicher Konstruktionsaufgaben mit den der Wirklichkeit entsprechenden Modifikationen und Bedingungen dienen sollen und zwar als unverletzliche Konstruktionsgesetze.

Die Kombination dieser wissenschaftlich entwickelten Konstruktionsgesetze mit den Bedingungen der Wirklichkeit muß in einer bestimmt und klar entworfenen Konstruktionsaufgabe enthalten und deutlich ausgeprägt sein.

In der Wirklichkeit fehlt es oft zu einer solchen Klarheit und Vollendung der Konstruktionsaufgabe an den erforderlichen Elementen und man muß diesen Mangel meist durch viele Opfer an Zeit, Mitteln und Versuchen, durch unvollkommene Ergebnisse bezahlen.

Die Hinstellung der Konstruktionsaufgabe in idealer Klarheit und Vollständigkeit ist oft die größte Schwierigkeit der ganzen Sache und hier liegt meist die Quelle der praktischen Schwierigkeiten.

Je wichtiger aber diese Vollendung der Konstruktionsaufgabe für die Praxis ist, um so mehr muß dahin gestrebt werden, mit wissenschaftlicher Klarheit und Schärfe der Begriffe in das Wesen der Sache einzudringen und dann erst an ihre Anwendung auf die Wirklichkeit zu gehen.

§. 12.

Schlußbetrachtung.

Die Wirkung des Geschosses ist die Grundlage der Gesamtwirkung der Fernwaffe; alle die Wirkung betreffenden Konstruktionen müssen daher auch von derselben ausgehen und zu ihr zurücklaufen.

Die Entfernung, in welcher die Geschoßwirkung erfolgt, begründet und ändert ihren taktischen Werth, ihre größere oder geringere Brauchbarkeit zur Führung des Ferngefechts.

Die Zeit vollendet diese Beziehung der Geschoßwirkung zum Gefechtsgebrauche und ändert den taktischen Werth derselben, ohne die absolute Größe der Zerstörung zu berühren, obschon, als Element der Widerstandes, die Zeit seine Erneuerung, Verstärkung, Dauer und Größe direkt zu bedingen vermag.

Diese Beziehungen der Entfernung und Zeit zur Geschoßwirkung haben ihre Geltung unter der Voraussetzung, daß die Geschoßwirkung als ein abgeschlossenes Ganzes dasteht, als die Wirkung des am Objekte angelangten und wirksam gewesenen Geschosses.

Indem die vorangegangenen Betrachtungen die einzelnen Elemente der Gesamtwirkung von einander abtrennten, um die Gesetze ihrer Verbindung und gegenseitigen Wechselwirkung, so wie ihre Bedeutung für das aus ihnen entspringende Ganze zu

entwickeln, gelangten sie zu nachstehenden Grundansichten, welche an die Spitze aller nachfolgenden Betrachtungen gestellt werden müssen und deren Zusammenstellung als die natürliche Grundlage der weitern Entwickelung von Konstruktionsprinzipien voranzuschicken ist:

1. Die Art des Zerstörungsaktes muß der wirksamsten Bekämpfung des Widerstandes so nahe als möglich entsprechen.

   Elemente des Zerstörungsaktes, welche hierbei zusammenwirken, sind: Wirkung des Geschosses, Entfernung und Zeit.

2. Der Widerstand des Gefechtsobjektes ist nur in seltenen Fällen durch seine materielle Festigkeit allein begründet.

3. Der Zerstörungsakt wird daher gegen gleiche Gefechtsobjekte in sehr verschiedener Form ausführbar sein und in den verschiedenen Fällen durch wechselvolle Elemente bedingt werden.

4. Die Größe der zur Aenderung der Gefechtsverhältnisse erforderlichen Zerstörung reicht nur in seltenen Fällen bis zur Vernichtung des Gefechtsobjektes, sondern bleibt meistens weit unter dieser äußersten Grenze.

5. Die absolute Geschoßwirkung wird in der Wirklichkeit selbst zu dieser ermäßigten Größe des erforderlichen Zerstörungsaktes häufig ungenügend bleiben, so daß man gezwungen ist, durch mehrere combinirte Geschoßwirkungen nach dem genügenden Totalerfolge zu streben.

6. Die Zeit, in welcher diese Kombination mehrerer Geschoßwirkungen zum Totalerfolge bewirkt werden kann, oder die Schnelligkeit des Feuers, ist deshalb ein wesentliches Element der Leistungsfähigkeit.

7. In gleiche Beziehungen zum Totalerfolge treten die Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit der Artillerie.

8. Die Vielfältigkeit der Geschoßwirkung und der Bewegung des Geschosses nach dem Objekte ist die natürlichste und

breiteste Grundlage für die Größe, Steigerung und Sicherstellung der Erfolge, so wie für die Vereinfachung der Geschütze und des ganzen Wesens der Artillerie, für den Gebrauch, die Beweglichkeit und taktische Fügsamkeit derselben.

9. Durch die Entfernung, in welcher die Artillerie eine energische, erfolgreiche Wirkung zu äußern vermag, gelangt sie zur Ueberlegenheit über die andern Waffen und die Artillerie des Gegners.

10. In der gesteigerten Zunahme der Geschoßwirkung mit der Abnahme der Entfernungen ist die Führung des Ferngefechts zu begründen. Diese Steigerung der Geschoßwirkungen muß durch die Schnelligkeit des Feuers, durch die Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit und durch angemessene Umgestaltung der Geschoßwirkung erhöhet werden. Hierdurch ist der taktische Werth der Entfernungen begründet, ein geregelter und vortheilhafter Gebrauch derselben möglich geworden.

11. Größe und Gewicht des Geschosses in ihrer Verbindung geben die natürliche Basis der Geschoßwirkung, von welcher die Steigerung derselben durch die verschiedene Größe und Gestalt der Bewegung und durch besondere Eigenthümlichkeit der Geschosse ihren Ausgang nimmt.

12. Als allgemeinstes Gesetz über Größe und Gewicht der Geschosse (Kaliber) ergibt sich unter Voraussetzung derselben Elemente der Bewegung und derselben besondern Eigenthümlichkeiten des Geschosses, so wie seiner Wirkungsweise die Nothwendigkeit eines so großen Abstandes der Wirkungsgröße, daß innerhalb der dadurch bestimmten Grenzpunkte ein mit der Größe des Geschosses vereinbarer Spielraum für die Steigerung seiner Wirkung durch Größe und Gestalt der Bewegung und

durch besondere Eigenschaften gegeben ist (Abstand von einem Kaliber zum nächst größern oder kleinern).

13. Das größere Geschoß ist selbstredend einer größeren Steigerung seiner Wirkung in beiden Richtungen fähig.

14. Deshalb müssen die größern Kaliber ihrer zunehmenden Größe angemessen weiter auseinander gerückt werden, als die kleinern. (Vergleiche die bestehenden Kaliberscalen: 3Pfünder, 6Pfünder, 12Pfünder, 24Pfünder ꝛc., deren Abstände mit der zunehmenden Größe steigen.)

15. Das größere Geschoß ist seiner größern, absoluten Wirkung und deren größerer Steigerung wegen unter sonst gleichen Umständen dem kleinern vorzuziehen und als ein sehr wesentliches Mittel zur Vereinfachung der Artillerie, ihres Gebrauches, ihrer taktischen Fügsamkeit anzusehen.

16. Die äußersten Grenzen für die Größe des Geschosses sind in der Kombination der Größe und Dauer der verschiedenen Widerstände, der durch die Gefechtsverhältnisse gegebenen Entfernungen und verwendbaren Zeiträume, der auf das Gefecht und die Thätigkeit der Waffen einflußreichen Elemente, so wie der aufzubringenden bewegenden Kraft ihrer zulässigen Größe nach gegeben.

17. Die Vielgestaltigkeit der Geschoßwirkung ist ein steigerndes Element derselben und macht die Vereinfachung der Kaliber ꝛc. möglich.

18. Die Vielgestaltigkeit der Bewegung ist ein wesentliches Element zur Steigerung und Sicherstellung der Geschoßwirkung.

19. Deshalb muß die bewegende Kraft bei möglichster Gleichförmigkeit ihrer spezifischen Größe und Unveränderlichkeit ihrer Natur einer möglichst ausgedehnten und scharfen Messung fähig sein.

20. Die bewegende Kraft muß im Augenblicke der Anwendung

sich möglichst leicht, ohne lästigen Kraftaufwand, sehr schnell, wo möglich momentan, erzeugen lassen.

21. Die zur Wirkung des Geschosses und zum Totalerfolge erforderliche Zeit muß so kurz, als es geht, erstrebt werden, um eine freiere Herrschaft über die Zeit zu gewinnen, um die Erneuerung und Nährung des Widerstandes unmöglich zu machen und um sich die Ueberlegenheit über die Artillerie des Gegners zu verschaffen.

In den vorstehenden Sätzen sind die allgemeinsten Grundzüge für die Konstruktionslehre und für die Kritik der artilleristischen Einrichtungen enthalten.

In ihrer richtigen Kombination zu einer Reihe von scharf gezeichneten Konstruktionsgestalten, welche der Einfachheit, Uebersichtlichkeit, einer regelrechten, merklich ausgeprägten Steigerung der Leistungsfähigkeit, einem leichten, krafterſparenden, ausgedehnten und fügsamen Gebrauche und dem nothwendigen innern Zusammenhange zu einem gleichartigen Ganzen, entspricht, erblickt die Artilleriewissenschaft das Ideal eines Artilleriesystems, welches in allen einzelnen Theilen die Wirkung der Waffen, ihrer Totalität nach, als den leitenden Grundgedanken hervortreten läßt.

So schwierig und verwickelt die Herstellung dieser idealen Reihe von Konstruktionen ist, so unentbehrlich hierzu eine hohe wissenschaftliche Ausbildung, eine durch Klarheit und Schärfe des Verstandes getragene reiche Kriegserfahrung und die Mitwirkung einer hochstehenden, reich bemittelten Technik sind, eben so vielversprechend sind die Fortschritte einer durch die genannten Hilfsmittel unterstützten Artillerie.

Die Reichhaltigkeit dieser Waffe an Grundelementen, die Vielgestaltigkeit der Wechselwirkung derselben befähigen dieselbe zu einem Fortschritte und zu einer Leistungsgröße, deren die andern Waffen ihrer weit einfachern Natur wegen nicht fähig sind.

Und in der That dürfte auch keine der andern Waffen in der jüngsten Zeit so überraschende Fortschritte gemacht haben, als die Artillerie. Man ist zu der Erwartug berechtigt, daß sich die Artillerie im Laufe eines bevorstehenden Krieges glänzend über die Benutzung der drei letzten Decennien rechtfertigen wird. Materiell und taktisch vorwärtsgeschritten muß ihr Gebrauch im Gefecht entsprechende Aenderungen bethätigen und auf den Gebrauch der übrigen Truppen vortheilhaft zurückwirken.

Die Beweglichkeit der Feldartillerie, erhöhet durch die technische Vervollkommnung des Materials, übertrifft die der andern Waffen, weil sie durch die Gefechtsthätigkeit der Artillerie begünstigt wird, ihre taktische Fügsamkeit ist der der übrigen Waffen gleichgestellt und auf dieser Grundlage wird sich der Gebrauch von Artilleriemassen zu ungewöhnlichen Leistungen erheben können, da eine Artillerie-Reserve von großer Gefechtsbereitschaft in die Hand des Feldherrn gegeben werden kann.

Zweites Kapitel.

Vom Geschoß.

§. 13.

Einleitende Betrachtung.

Wir wissen aus dem Vorigen, daß die Wirkung der bisher üblichen Geschosse entweder durch Stoßgewalt, oder durch die Sprengkraft, oder durch die Zündkraft, oder endlich durch Beleuchtung des Objektes erfolgt, also durch eine ihnen innewohnende Thätigkeit, welche denselben entweder durch die Bewegung und das daraus entsprungene Beharrungsvermögen (Streben nach fortgesetzter Bewegung — Stoßgewalt), oder durch besondere nach vollbrachter Bewegung wirkende Kräfte (Zerspringen, Zünden und Beleuchten) erwächst. Wenn wir nun die Bewegung des Geschosses nach dem Objekte hin, als die Vermittlerinn seiner Wirkung auf das Objekt, von der weitern Bewegung (Stoß gegen das Objekt), oder von der nach derselben beginnenden eigenthümlichen Wirkung lostrennen, alsdann treten uns neue Elemente der Geschoßwirkung zur nähern Entwickelung entgegen. In diesen Elementen müssen sich die Prinzipien der Geschoß-Konstruktion ergeben, welche alle mit dem allen Geschossen als Mittel zur Wirkung auf entfernte Objekte gemeinsamen Elemente, mit der Bewegung, in Einklang gebracht werden müssen und erst, wenn dieser Einklang hergestellt ist, einer weitern Behandlung auf der dadurch erzeugten Grundlage fähig sind.

Gehen wir bei der Aufsuchung jener neuen Elemente vom Allgemeinen aus, von dem, was allen Geschossen zur Wirkung auf das Objekt nothwendig ist, so finden wir als die Grundlage aller Geschoßwirkung: die Berührung mit dem Objekte.

Die Wirkung dieser Berührung des Geschosses mit dem Objekte beruht auf zwei Elementen, welche ihre Größe und Gestalt bedingen, dieß sind die Berührungsfläche und die Art und Größe von deren Thätigkeit gegen das Objekt.

Alle wirkenden Geschosse haben demnach die Berührungsfläche oder die das Objekt treffende Fläche und alle mit dieser in Berührung stehenden Elemente mit einander gemein und trennen sich erst durch die verschiedene Thätigkeit dieser treffenden Fläche in besondere Klassen von einander ab.

Es ergibt sich demnach hier in näherer Entwickelung als gemeinsame Grundlage der wirkenden Geschosse die treffende Fläche derselben.

Denken wir uns nun diese Fläche mit der zur Wirkung nothwendigen Bewegung oder eigenthümlichen Thätigkeit ausgerüstet als materielle Fläche, so ist ihre Größe und Gestalt in Verbindung mit der Größe der in sie verpflanzten Kraft als die Basis der Kraftäußerung anzusehen.

§. 14.

Größe der treffenden Fläche.

Die wirkende Kraft des Geschosses, welcher Art sie immer sein mag, ist an die Masse des Geschosses gebunden zu denken, und zwar in gleichmäßiger Vertheilung auf die kleinsten Theile des Körpers, so lange der innere Zusammenhang derselben nicht gestört ist. Welche Fläche des Körpers man sich auch als die treffende vorstellt, so wird bei gleicher Kraft des Geschosses die Kraftäußerung desselben auf das Objekt um so intensiver, je geringer die treffende Fläche ist, und zwar in doppelter Beziehung,

einmal dadurch, daß die Kraft über eine kleinere Fläche verbreitet wird, demnach mit jedem einzelnen Flächenelemente einen größeren Antheil der Gesamtkraft verbindet und alsdann dadurch, daß dem Objekte eine um so viel kleinere Widerstandsfläche gegeben wird.

Hieraus folgt, daß die Größe der treffenden Fläche bei gleicher Kraft des Geschosses die Intensivität der Wirkung vermindert. Es frägt sich aber nunmehr, ob diese Schwächung der Intensivität den verschiedenen Wirkungsarten des Geschosses gleich nachtheilig und nicht vielleicht gar vortheilhaft ist.

Betrachten wir zuerst die Stoßgewalt des Geschosses, so finden wir, daß eine Schwächung ihrer Intensivität in denjenigen Fällen zweckmäßig ist, wo es mehr auf eine starke Gesamterschütterung des Objektes, als darauf ankommt, dasselbe zu durchbohren, den innern Zusammenhang seiner Theile durch Eindringen des Geschosses zu zerstören. Allein trotz dem wäre eine Vergrößerung der treffenden Fläche des Geschosses nachtheilig, weil dadurch das Geschoß einer Steigerung der Kraft in andern Fällen entgegenwirken würde. Wo es darauf ankommt, die Intensivität der Stoßgewalt zu mildern und derselben einen mehr erschütternden und weniger durchbohrenden Charakter zu verleihen, da gewährt die Vergrößerung des Geschosses seiner Masse (Gewicht) nach, oder die Verringerung der bewegenden Kraft (Geschwindigkeit des Geschosses) ein weit wirksameres und meßbareres Mittel, ohne dadurch dem Geschoß eine der Kraftsteigerung nachtheilige Gestalt zu verleihen. Im Uebrigen repräsentirt die treffende Fläche, welche man in allen Fällen als die Durchschnittsfläche des Körpers erachten kann, mag es auf Eindringen in das Objekt ankommen oder nicht, diejenige, gegen welche der Widerstand der Luft bei der Bewegung nach dem Ziele hin wirkt, mithin repräsentirt sie gleichzeitig auch die Größe des Luftwiderstandes und die daraus folgende Abnahme

der Geschwindigkeit, so wie den Einfluß des Luftwiderstandes auf Richtung und Gestalt der Bewegung. Es kann hier natürlich nur von regelmäßig gestalteten Körpern die Rede sein, deren Durchschnittsfläche in gleichen Richtungen gleich groß bleibt, denn im andern Falle würde das Geschoß so lange sich drehen, bis der Luft die kleinste Durchschnittsfläche entgegengerückt wäre, es würde also von Hause aus seine angenommene Richtung verlieren. Ein solcher Körper müßte zu einer geregelten Bewegung unfähig werden.

Eben so wie die Durchschnittsfläche den Luftwiderstand auffängt, so ist sie auch die Fläche, welche den Druck oder Stoß der bewegenden Kraft erleidet und daher in jedem einzelnen Elemente eine um so geringere Einwirkung erfährt, je größer sie ist. Sie schwächt daher mit ihrem Wachsen die Intensivität der bewegenden Kraft auf die einzelnen Theile der bewegten Masse. (Vergleiche die Wirkung der Kammer bei den Wurfgeschützen in Bezug auf die Größe der Stoßkraft).

In Bezug auf die Zündkraft wirkt die größere Trefffläche bei gleicher Größe und gleicher Art des zündenden Materials nachtheilig auf die Intensivität der Wirkung.

Dasselbe gilt von der Leuchtkraft, welche mit der Zerstreuung des Lichtes in sehr gesteigertem Verhältnisse abnimmt.

In Bezug auf diese beiden letztern Wirkungsarten ist wohl zu unterscheiden die Größe der brennenden oder leuchtenden Oberfläche des Geschosses, wodurch die Menge des gleichzeitig der Wirkung fähigen Brenn- oder Leuchtstoffes ausgedrückt wird, und die Größe der treffenden Fläche bei gleich großer Zünd- und Leuchtkraft. Wir werden übrigens später noch sehen, daß bei der Wirkung dieser Kräfte auch noch andere Elemente ins Spiel kommen, welche sehr bedingend einwirken.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so gelangen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die Größe der treffenden Fläche wirkt nachtheilig auf die

Bewegung des Geschosses und auf die Intensivität seiner Kraftäußerung ein.

Daher ist:

2. die treffende Fläche möglichst zu verringern.

Hieraus folgt unmittelbar, wenn wir die treffende Fläche an den Körper und die Masse des Geschosses gebunden denken:

3. An die treffende Fläche muß ein möglichst großer körperlicher Inhalt des Geschosses geknüpft sein.

§. 15.

Gestalt des Geschosses.

Wir haben bereits erwähnt, daß nur regelmäßige Körpergestalten sich zu Geschossen eignen, indem die unregelmäßigen keiner geregelten Bewegung fähig sind. Deshalb ist bei der Gestalt des Geschosses gleichzeitig die seiner Durchschnittsfläche, der treffenden Fläche, mit gegeben.

Aus dem §. 14 folgt direkt, daß die Kugelgestalt des Geschosses diejenige ist, welche den dort ermittelten Bedingungen am meisten entspricht, denn sie bietet unter allen Körpern bei gleichem körperlichen Inhalte die kleinste Durchschnittsfläche dar und knüpft daher an die treffende Fläche den größten körperlichen Inhalt.

Es bleibt daher nur noch das Verhalten der kugelförmigen Geschosse gegen die bewegende Kraft, gegen die Bewegung und gegen die Wirkungsweise des Geschosses einer nähern Erörterung unterworfen.

Es bedarf keiner nähern Erläuterung, daß eine Kraft nicht anders zur höchsten Wirkung, Kraftäußerung, gelangen kann, als wenn sie einen ihrer Größe angemessenen Widerstand findet, daher wird die bewegende Kraft auch nur dann ihren vollen Effekt gegen das Geschoß auszuüben vermögen, wenn dasselbe der bewegenden Kraft einen der Größe derselben entsprechenden Widerstand entgegensetzt. Dieß wird in um so größern Maße

nothwendig, wenn die Kraft sich im Augenblicke ihrer Wirkung auf das Geschoß erst entwickelt, indem sie vom minimo bis zum maximo ihrer Größe in beschleunigter Zunahme wächst, wie dieß bei der heute üblichen Pulverkraft Statt findet.

Je kleiner die Angriffsfläche ist, auf welche die bewegende Kraft sich koncentrirt, und eine je größere Widerstandsmasse sich an diese Angriffsfläche knüpft, zu einem desto höhern Ertrage gelangt die Aeußerung der bewegenden Kraft.

Die Kugelgestalt, welche mit der kleinsten Durchschnittsfläche den größten körperlichen Inhalt verbindet, begünstigt mithin am meisten die Wirkungsgröße der bewegenden Kraft.

Gleich günstig ist die Kugelgestalt in ihrem Verhalten gegen die Bewegung durch den lufterfüllten Raum, indem sie von allen körperlichen Gestalten die geringste Luftmenge zu verdrängen hat und eben dasselbe gilt von der Wirkung des Geschosses auf das Objekt, welches der Kraftäußerung des kugelförmigen Geschosses den kleinsten Widerstand, die geringste Menge materieller Theile, entgegensetzt.

Hieraus folgt, wenn wir das eben Gesagte zusammenfassen:

1. Die Kugelgestalt ist die den Bedingungen der kleinsten treffenden Fläche entsprechende Form für das Geschoß.
2. Die Kugelgestalt gestattet der bewegenden Kraft den höchsten Ertrag ihrer Wirkung.
3. Die Kugelgestalt erleidet bei der Bewegung den geringsten Luftwiderstand, mithin die geringste Abnahme ihrer Triebkraft.
4. Die Kugel findet am Objekt den geringsten materiellen Widerstand.

Hierzu kommt noch, in Betreff des letzten Punktes schließlich bemerkt, daß die Kugelgestalt das Eindringen in das Objekt, also das Wegdrängen der materiellen Theile desselben, da-

durch begünstigt, daß sie das Objekt bei der ersten Berührung mit einer unendlich kleinen Fläche angreift, welche erst beim weitern Eindringen bis zur Größe der Durchschnittsfläche wächst.

Endlich bleibt noch zu erwähnen, daß die Kugelgestalt auch die Fabrikation der Geschützröhre erleichtert, was mit Ausnahme des Cylinders, falls derselbe für die Geschoßbewegung geeignet wäre, bei keiner andern Geschoßgestalt statt finden würde.

Bei dieser Gelegenheit bemerken wir beiläufig, daß man auch Cylinder als Geschosse bei Kanonen angewendet hat; es ist nicht zu leugnen, daß dieses Verfahren wegen der größeren Schwere der cylindrischen Geschosse und wegen der wegfallenden Geschoß-anschläge, so wie wegen der senkrechten Wirkung der Pulver-kraft gegen jedes einzelne Flächenelement der Durchschnittsfläche des Cylinders auf geringen Entfernungen, so wie bei sehr flach gestreckten Flugbahnen sogar vortheilhaft sein kann, allein das cylindrische Geschoß ist für größere Entfernungen, wo es sich merklich aus der Richtung senkt, seine Lage gegen den Luftwider-stand verändert, für gekrümmte, fügsame Flugbahnformen, so wie für Flugbahnen mit mehrern Aufschlägen (z. B. Rollschuß, Rikoschettschuß) nicht mehr brauchbar.

§. 16.

Materielle Erfüllung des Geschosses.

Nachdem in den vorigen beiden §§ die Größe der Treff-fläche des Geschosses und dessen Gestalt, ihrem Einflusse auf seine Wirkung nach, erörtert worden und die Kugelgestalt als die günstigste des Geschosses erkannt ist, handelt es sich nun-mehr um die Anfüllung dieser Gestalt mit Materie, an deren Eigenschaften die Wirkung, sowohl ihrer Art, als auch der Größe nach, geknüpft ist. Es kommt daher zuvörderst darauf an, die Principien zu entwickeln, welchen die Anfüllung des Geschoß-körpers mit Materie unterworfen ist, welcher Art auch diese Materie sein mag.

Durch die Materie wird der körperliche Raum zum Körper und erhält die Eigenschaft der Schwere, worunter wir hier nicht die Geschoßschwere, als artilleristischen Begriff, sondern die Beziehung des Körpers zur Schwerkraft verstehen.

Wie sich alle sinnlich wahrnehmbaren Veränderungen des Bestehenden nur an die körperliche Existenz, an die Materie und an deren Grundeigenschaft, an die Schwere knüpfen, so ist auch keine Bewegung ohne Schwere denkbar; die Bewegung ist daher an die Gesetze der Schwere und diese an die materielle Raumerfüllung geknüpft. Die ersten Rücksichten bei der Raumerfüllung des Geschosses müssen daher auf die Gesetze der Schwere und der, sowohl aus ihr entspringenden, als durch sie geregelten, Bewegung, gerichtet werden.

Im Schwerpunkte eines Körpers ist nicht allein der Vereinigungspunkt aller Schwerkräfte der zum Körper vereinigten materiellen Theile gegeben, sondern auch der Punkt, auf welchen jede Bewegung des Körpers, als auf ihren Centralpunkt Bezug nimmt.

Der Schwerpunkt des Geschosses ist mithin als der von der Kraft zu bewegende, als der bewegte und als der wirkende Centralpunkt desselben anzusehen.

Seine Lage ist von der Vertheilung der Materie im Raume des Geschosses abhängig.

Denkt man sich den Raum des kugelförmigen Geschosses gleichmäßig mit derselben Materie gefüllt, so fällt der Schwerpunkt des Geschosses in die Mitte des kugelförmigen Raumes; ein Gleiches geschieht, wenn in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte der Kugel dieselbe Materie in gleicher Dichtigkeit geschichtet ist. Ist dieß nicht der Fall, so fällt der Schwerpunkt nicht in den Mittelpunkt, sondern außerhalb desselben in die dichtern Schichten der Materie.

Die bewegende Kraft, in der Wirklichkeit ein Körper, wie jeder andere, berührt das Geschoß nicht in einem mathemati-

schen Punkte, sondern in einer Fläche, welche gleichzeitig Angriffs- und Widerstandsfläche zwischen beiden Körpern ist.

In Bezug auf die bewegende Kraft kann man diese Fläche, womit sie den zu bewegenden Körper berührt, als zusammengesetzt aus den Angriffspunkten einer unendlichen Menge gleich großer und in paralleler Richtung auf das Geschoß wirkender Kraftfädchen oder Krafttheilchen ansehen, welche gleich dicht neben einander liegen; der Mittelpunkt dieser Angriffsfläche ist als der Centralpunkt des Angriffs auf das Geschoß anzusehen.

Dieser Angriff muß, wenn er das Geschoß in der von ihm beabsichtigten Richtung mit dem höchsten Erfolge bewegen will, mit seiner centralen Richtungslinie durch den Schwerpunkt des Geschosses gehen, oder mit der centralen Richtung des Widerstandes zusammenfallen.

Dieß ist nur möglich, wenn Schwerpunkt und Mittelpunkt des Geschosses zusammenfallen.

Im andern Falle ist die Angriffsfläche gewissermaßen ungleich belastet, die einzelnen Krafttheilchen empfangen nicht allein einen verschieden großen, sondern auch einen verschieden gerichteten Widerstand und die bewegende Kraft wirkt so lange auf Drehung des Geschosses, bis die Schwerlinie des Geschosses mit der Mittellinie der Kraft zusammenfällt. Dieß Zusammenfallen ist bei der Lage des Schwerpunktes außerhalb des Mittelpunktes der Kugel unmöglich, daher muß die einmal begonnene Rotation des Geschosses um einen Punkt (Rotationspunkt) fortdauern, welcher durch die excentrische Lage des Schwerpunktes erzeugt wird und, wie wir später sehen werden, zwischen Mittelpunkt und Schwerpunkt liegt. Der Rotationspunkt ist der Mittelpunkt des gleichgewichtigen Umschwunges der Geschoßmasse. Diese Rotation des Geschosses um einen in seinem Innern, aber außerhalb seines Mittelpunkts gelegenen Punkt ist an sich schon ein Kraftverlust, insofern der Theil der bewegenden Kraft, wel-

cher auf Rotation wirkte, für die beabsichtigte Bewegung des Geschosses verloren geht und zweitens in so fern, als die sich stets ändernde Lage der Schwungmassen gegen den Schwerpunkt und mithin die Umdrehung des Schwerpunktes um den Rotations=punkt, die gleichgewichtige Schwingung ungleicher Gewichte an ungleichen Schwingungsradien einen stets erneuerten Kraftverlust erzeugen muß.

Außer diesem nachtheiligen Einflusse der excentrischen Ro=tation auf Verminderung der bewegenden Kraftäußerung und der Triebkraft des bewegten Geschosses entsteht daraus noch der weitere Nachtheil, daß das Geschoß seine Bewegung nicht in der beabsichtigten Richtung, nicht in der Richtung der bewegen=den Kraft antritt, sondern vor dem Stoße der bewegenden Kraft, wie wir dieß später sehen werden, nach derjenigen Seite hin ausweicht, wo der Schwerpunkt des Geschosses vor der Bewe=gung lag, wo mithin der schwere Theil des Geschosses mit der geringern Oberfläche von der bewegenden Kraft einen im Ver=hältniß der Fläche geringern Stoß erhielt, also weniger Trieb=kraft empfing.

Außerordentlich wird sich aber dieser Einfluß der excentri=schen Rotation beim Aufschlagen des Geschosses auf dem Ter=rain und beim Eindringen in das Objekt steigern müssen. Wir werden vielleicht niemals dahin gelangen, die Größe dieses Ein=flusses der excentrischen Rotation annähernd abschätzen zu kön=nen, weil die Rotation sich nicht eliminiren läßt, allein wir können mit Sicherheit schließen, daß die Rotation die Sprünge des aufschlagenden Geschosses sehr veränderlich macht und das Eindringen der Geschosse in feste Objekte außerordentlich erschwert, weil sowohl beim Aufschlagen auf dem Terrain, als auch beim Eindringen das bis dahin während des Fluges durch das ela=stisch=flüssige Luftelement bestandene gleichgewichtige Rotations=spiel der Schwungmassen plötzlich erschüttert, verändert wird, sogar in entgegengesetzte Richtungen umgekehrt werden kann.

Aus diesen Betrachtungen folgt demnach:

1. Das vollkommenste, der bewegenden Kraft, der Bewegung und Wirkung günstigste Geschoß ist die materielle Kugel, deren Schwerpunkt und Mittelpunkt zusammenfallen.
2. Die Anfüllung der Kugel mit Materie muß rings um deren Mittelpunkt in gleich dichter Lagerung erfolgen.

Da sich die Wirkung des Geschosses an seine Materie knüpft, so folgt in Uebereinstimmung mit dem Frühern und dem eben Erörterten:

3. Das Geschoß muß möglichst viel materiellen Inhalt, als die Grundlage der Wirkung, erhalten, demnach muß die Materie des Geschosses möglichst dicht sein.

Endlich verlangt die zu einem geregelten Gebrauche des Geschosses unerläßliche Meßbarkeit und Regelung der Geschoßwirkung, seiner Bewegung und der bewegenden Kraftäußerung:

4. Die Dichtigkeit der Geschosse von gleicher Größe und von gleicher Bestimmung muß dieselbe sein.
5. Die Geschosse müssen ihrer Gestalt und ihren Abmessungen nach genau gefertigt sein.

§. 17.

Größe und Gewicht des Geschosses.

Es ist bereits früher näher erörtert, daß die Größe und das Gewicht des Geschosses die natürliche Grundlage für die Größe der Wirkung abgeben und daß die Größe der Wirkung durch die Kombination des Geschosses mit der Bewegung und mit besondern Eigenschaften der Materie vielfach gestaltet und abgemessen werden kann. Es wurde ferner ermittelt, daß das größere Kaliber vor dem kleinern die wesentlichen Vorzüge einer ausgedehntern Wirkungssphäre und einer größern Steigerung seiner Fundamentalwirkung voraus habe und daß es daher zur Vereinfachung der Kaliberreihe führe. Es erscheint

daher hier nur noch erforderlich, die äußern Grenzen für die Kaliberreihe allgemein zu begründen.

Man kann nur auf dem Wege der Erfahrung feststellen, welche Widerstände im Kriege von der Artillerie zu überwälti=gen sind, diese Widerstände nach ihrer Art, Widerstandsfähig=keit, so wie nach der Regel und Häufigkeit ihres Erscheinens klassifiziren, um auf diese Weise zu den äußern Grenzen der Kaliberreihe, so wie zu ihrer nähern Stufenleiter zu gelangen, wobei zu bemerken bleibt, daß eine solche Reihe einmal keiner absoluten Feststellung ihrer äußern und zwischenliegenden Glie=der fähig ist und anderntheils auch nicht als eine für immer abgeschlossene, fest begrenzte, angesehen werden kann.

Neue Konstruktionen der Widerstände, Verstärkungen der=selben, wie die neuern Festungsbauten uns deren viele entgegen=werfen, setzen die Reihe der Kaliber entsprechenden Schwankun=gen aus und nicht weniger tragen die technischen Fortschritte in der artilleristischen Konstruktion, so wie die Vervollkommnungen der Geschosse dazu bei.

Man kann daher nur auf dem Wege der bis zur Gegen=wart heraufreichenden Erfahrungssätze zur Kritik der bestehenden, oder der neu zu schaffenden Kaliber gelangen. Hierzu kommt, daß diese Erfahrungssätze sich nicht vom Einflusse der Indivi=dualitäten, schwankender Ansichten und herrschender Lieblings=ideen freizuhalten vermögen. Es ist daher um so schwieriger, ein allgemein giltiges Urtheil über die bestehenden Kaliberreihen zu begründen, als die Kombination der Wirkung mit dem Ele=mente der Zeit, der Beweglichkeit und der Entfernung, so wie mit einer Menge zufälliger Elemente jene Reihen begründen.

Nur so viel läßt sich als Grundsatz aufstellen, daß die Ka=liberreihe mit einer Geschoßgröße beginnen muß, welche eine nicht allein den andern Waffen an Wirkung der fundamentalen Größe derselben, ihrer Entfernung, der Ausdehnung ihrer Sphäre und ihrer Steigerungs= und Gestaltungsfähigkeit nach wesentlich

überlegen und zur Beherrschung des Ferngefechtes geeignet ist, sondern auch in allen diesen Beziehungen den ähnlichen Fernwaffen des Gegners gewachsen bleibt *).

Man muß es ferner als einen Grundsatz ansehen, daß man lieber mit einem schweren Kaliber die Reihe eröffnet, als mit dem möglichst kleinsten, weil man alsdann seltener und in größern Abständen zur Steigerung der Kaliber schreiten darf, ohne fürchten zu müssen, daß die geschaffenen Kaliber häufig den Anforderungen nicht gewachsen wären. Man übersteigt mit seinen Wirkungsgrößen zwar oft den augenblicklichen Bedarf, allein man sichert seinen Kalibern eine weite Sphäre energischer Leistungsfähigkeit, was den taktischen Werth derselben vorzugsweise sicher stellt.

Die Grenze der schwersten Kaliber ist durch die damit verbundene Schwerfälligkeit, durch die Schwierigkeit ihres Transportes, durch ihre Kostbarkeit und seltner eintretende Unentbehrlichkeit weit enger gesteckt. Die Möglichkeit, eine große Totalwirkung durch eine größere Zahl geringerer Geschoßwirkungen in der dazu verwendbaren Zeit zu erreichen, läßt eine mit den Rücksichten der Beweglichkeit, der Transportabilität und Kostbarkeit vereinbare Grenze der schwersten Kaliber hinstellen.

---

*) Man hat sich in der neuern Zeit in diesem Sinne dahin entschieden, die Kaliberreihe der Kanonen mit dem 6pfündigen zu beginnen und mit dem 24pfündigen abzuschließen, indem man die leichtern Kaliber (3Pfünder und 4Pfünder) als unwirksam, namentlich in Bezug auf den Kartätschschuß, die schwereren für den Krieg zu Lande nicht mehr für beweglich genug ansieht, so daß die 36pfündigen und 48pfündigen Kanonen nur noch auf den größten Kriegsschiffen geführt werden.

Für Haubitzen und Mörser sind kleinere Hohlgeschosse als die 7pfündigen von ungenügender Sprengwirkung und schwerere als die 50pfündigen verursachen einen zu schwierigen Munitionstransport. Die leichtern Hohlgeschosse für Hand- und Schaftmörser, so wie die Spiegelgranaten sind für besondere Zwecke konstruirt und treten deshalb aus der Kaliberreihe heraus.

Ein geschickter Gebrauch und die durch vollkommnere Konstruktionen erzeugte Fähigkeit, gedeckte Ziele auf mannichfache Weise zu bekämpfen, machen den Mangel sehr großer Kaliber weniger fühlbar.

Diese und ähnliche Rücksichten sind als maßgebend für die Darstellung der verschiedenen Kaliber anzusehen.

Besonders wichtige Fälle, wie wir sie bei dem Festungskriege häufig eintreten sehen, haben Veranlassung gegeben, aus der im Uebrigen festgehaltenen Kaliberreihe herauszutreten und eigends für diese Gebrauchsfälle bestimmte Konstruktionen zu schaffen, bei welchen dann meistens das Prinzip einer bedeutenden Wirkung mit engerer Sphäre, eines eigenthümlichen, eng und scharf begrenzten Gebrauches und seltener das Prinzip einer großen Beweglichkeit hervortritt. Wir erinnern hier nur beispielsweise an die für den Gebrauch in Kasematten, für besondere Perioden des Festungskrieges, für den Gebrauch hinter Gewehrscharten bestimmten Konstruktionen ꝛc. (z. B. Hand-, Schaftmörser, 3pfündige Flankenkanonen u. s. w.).

§. 18.

Wirkung durch Stoßkraft.

Nachdem wir im Vorangegangenen die allgemeinen Prinzipien der Geschoßkonstruktion entwickelt haben, gehen wir nunmehr zur Konstruktion der verschiedenen Wirkungsweise über.

Die Wirkung des Geschosses durch Stoßkraft ist durch die Kombination des Geschosses mit der Bewegung gegeben; sie ist ein Produkt der bewegten Masse in die Geschwindigkeit der Bewegung. Von den in den vorangegangenen Betrachtungen erörterten allgemeinen Konstruktionsprinzipien der Geschosse tritt mithin der Grundsatz als vorherrschend an die Spitze, welcher verlangt, an die treffende Fläche (Durchschnittsfläche des Geschosses) einen möglichst großen materiellen Inhalt, oder mit andern Worten ein möglichst großes Gewicht zu knüpfen.

Diesem Prinzip entspricht die Vollkugel am vollkommensten und so gelangen wir zum einfachsten Geschoß, welches nur für die Wirkung durch Stoßkraft bestimmt sein kann.

Neben den im Frühern dargelegten Eigenschaften, deren jedes Geschoß zur Größe und Sicherstellung seiner Wirkung bedarf, als eine der Größe der Wirkung entsprechende Größe der Geschoßmasse, eine gleichförmige Dichtigkeit, um den Schwerpunkt in den Mittelpunkt des Geschosses zu bringen, oder doch so nahe, als möglich, an denselben, neben diesen wesentlichen Geschoßeigenschaften verlangt die Stoßkraft noch die materielle einer so großen Härte, daß selbige diejenige der, möglicher Weise, vorkommenden Widerstände so weit übertrifft, um auch beim heftigsten Stoße weder zu zerschellen, noch die Gestalt zu verlieren. Mit dieser Härte muß sich ein so großes spezifisches Gewicht verbinden, als irgend erreichbar ist. Nach allen bei der Konstruktion dieser Geschosse in Betrachtung kommenden Rücksichten hat sich das Gußeisen als das geeignetste Material zu den Vollkugeln bewährt und es scheint, als wenn die in der Produktion und Behandlung des Eisens sich immer merklicher steigernden Fortschritte die vortheilhaftesten Folgen für die Darstellung der Geschosse in sichere Aussicht stellen.

Die allgemeinen Grundsätze über die Größenbestimmung der Geschosse (Kalibrirung) sind bereits früher entwickelt worden, so daß hier nur noch einige nähere Andeutungen über die verschiedenen Gestaltungen und Modifikationen der Stoßkraft, so wie über die Steigerungsmittel der Stoßwirkung durch das Geschoß selbst Platz finden werden.

Die beiden wesentlichsten Kategorieen der Stoßkraft, das bewegte Geschoß mit vorherrschender Wirkung durch die Geschoßmasse, — oder schweres Geschoß mit verhältnißmäßig langsamerer Bewegung —, und das bewegte Geschoß mit vorherrschender Wirkung durch die Bewegung, — oder leichteres Geschoß

mit verhältnißmäßig größerer Geschwindigkeit —, verleihen der Stoßwirkung ihre so ausgedehnte Anwendbarkeit.

Wenn keine andere Geschoßwirkung eine so häufige und allgemeine Anwendung im Kriege findet, als die Stoßkraft, wenn keine so einfach konstruirt ist und mithin keine so wenige der Steigerung fähige Elemente enthält, so liegt hierin eine dringende Anforderung, jenen Kombinationen der Geschoßmasse und der Geschwindigkeit die höchste Sorgfalt zuzuwenden.

Für die Größenbestimmung der Geschosse (Kalibrirung) sind die Widerstände des Feldkrieges und die im Festungskriege auftretenden maßgebende Konstruktionsgründe, für die Geschwindigkeit sind Entfernung, Gestaltung des Terrains u. s. w. unter Berücksichtigung der Widerstände, wie wir später noch näher erörtern werden, bestimmende Prinzipien.

Gegen Truppen, welche gleichzeitig eine große Zahl von Objekten, ohne innern materiellen Zusammenhang darbieten, ist eine wesentliche Steigerung der Wirkung durch Stoß bei der geringen erforderlichen Größe desselben dadurch möglich, daß man dem treffenden Geschoß die Eigenschaft verleiht, gleichzeitig durch Zertheilung seiner Totalkraft eine Menge dieser Objekte zu bekämpfen. Man hat diese Eigenschaft auf verschiedenen Wegen konstruirt, indem man mehrere kleinere Geschosse zu einem Schusse zusammenstellte (Kartätschschuß), oder durch rechtzeitiges Zersprengen des Geschosses (Hohlgeschosse), oder endlich durch rechtzeitiges Zersprengen eines mit kleinen Vollkugeln gefüllten Hohlgeschosses (Shrapnel) mehrere wirkungsfähige Geschoßtheile zu einem Schusse vereinigte.

Ueber die eigenthümlichen Vorzüge dieser verschiedenen Konstruktionen für den Gebrauch, wie sich die Dinge gegenwärtig stellen, was sich jedoch durch neue Erfindungen oder Vervollkommnungen wesenlich ändern kann, wird an einem andern andern Orte das Weitere gesagt werden.

Vom Stande der Konstruktionsprinzipien aus, welche uns gegenwärtig zur Betrachtung vorliegen, läßt sich folgende Charakteristik geben:

Der Kartätschschuß ist die einfachste, aber auch roheste Steigerungsmethode und trägt in Bezug auf die Prinzipien der Bewegung das Element der Regellosigkeit, der Unsicherheit, der Kraftlosigkeit der einzelnen Geschosse, eines der Entfernung nach sehr eingeschränkten und für äußere Einwirkungen (Terrain ꝛc.) sehr empfindlichen Gebrauches in sich, so wie derselbe endlich eine eben so geringe Steigerungsfähigkeit der Wirkung zuläßt, als er wenig Aussicht auf weitere Vervollkommnung gestattet.

Das zerspringende Hohlgeschoß ist eine weit vollkommnere Konstruktion, welche, obschon sie bereits eine große Durchbildung erfahren hat, doch noch einer weitern Steigerung ihrer Leistungen entgegensehen läßt.

Mit den Prinzipien der Bewegung in der zu einer geregelten und sichern Wirkung unentbehrlichen Harmonie ist das Hohlgeschoß in Bezug auf Entfernungen nicht beschränkt und für äußere Einwirkungen nicht viel empfindlicher, als die einfache Vollkugel. Das rechtzeitige Zersprengen des Geschosses ist das Problem, dessen Lösung die höchste Steigerung seines Effektes mit sich bringt.

Das mit kleinen Kugeln gefüllte Hohlgeschoß (Shrapnel) erscheint bis jetzt als das höchste Steigerungsmittel der Stoßwirkung durch Zertheilung des Geschosses in mehrere treffende Stücke. Es vereinigt die große Zahl wirkungsfähiger Stücke des Kartätschschusses mit der größern Vollkommenheit des Hohlgeschosses und ist wie dieses einer weitern Steigerung und Fortbildung fähig.

Ueber die Steigerung der Geschoßwirkung mit Stoßkraft durch Beherrschung weitgestreckter Räume Mittels einer dahin zweckenden Gestalt der Bewegung (Flugbahngestalten: Rollschuß,

Rikoschettschuß ꝛc.) kann hier nicht gesprochen werden, wo es sich um die Größe der Wirkung, nicht aber um die Trefffähigkeit handelt.

§. 19.

Kombination der Stoßkraft und Sprengwirkung.

Die Sprengwirkung macht außer der bereits erwähnten Zerlegung des Geschosses in mehrere wirkungsfähige Stücke eine eigenthümliche Wirkungsweise des Geschosses aus, indem es in diesem Falle alsdann die vorherrschende Absicht ist, durch das Zersprengen des Geschosses auf die Zerreißung des Objektes zu wirken. Der höchste Grad dieser eigenthümlichen Wirkungsweise ist die minenartige Wirkung des Hohlgeschosses.

Wo es Absicht ist, das Geschoß in mehrere wirkungsfähige Stücke zu zerlegen und durch diese die einfache Geschoßwirkung zu steigern, da wird der höchste Effekt erreicht, wenn das Geschoß nahe vor den Objekten der Wirkung zersprengt wird. In diesem Falle ist die Bewegung des unzerlegten Geschosses dergestalt zu regeln, daß beim Zersprengen noch eine hinreichende Triebkraft in den Stücken verbleibt, um die zu bekämpfenden Objekte (Truppen) außer Gefecht setzen zu können.

Ist es dagegen Absicht, das Objekt durch das zerspringende Geschoß auseinander zu reißen, oder gar minenartig gegen dasselbe zu wirken, so dient die Bewegung außer der Fortschaffung des Geschosses noch dazu, dem Geschoß eine so große Triebkraft zu verleihen, daß es bis zu der einer möglichst großen Sprengwirkung günstigen Tiefe in die Materie des Objektes eindringt.

In beiderlei Fällen bedarf das Sprenggeschoß derjenigen Eigenschaften, welche eine geregelte und sichere Bewegung (Trefffähigkeit) begründen und alsdann derjenigen, welche der ihm zu verleihenden eigenthümlichen Wirkungsweise entsprechen.

Zu den erstern gehört die Kugelgestalt des Geschosses, so

wie die übrigen für die Geschoßkonstruktion allgemein giltigen Fundamental=Eigenschaften. —

Die Sprengwirkung erzeugt man durch eine in das Geschoß zu verpflanzende Spannkraft, welche vor allen Dingen zweien Bedingungen entsprechen muß:

1. Rechtzeitig auf Sprengen des Geschosses zu wirken und
2. beim Sprengen des Geschosses die dabei vorherrschende Absicht durch das richtige Maß der sprengenden Kraftäußerung zu begünstigen.

In beiden Wirkungsfällen gibt man dem Geschoß innerhalb einen hohlen Raum, welcher zur Aufnahme der sprengenden Kraft bestimmt ist. Man benutzt zu dieser Kraft in der Regel dieselbe, wie zur Triebkraft, das Pulver, dessen rechtzeitige Entzündung durch die Oeffnung des innern Geschoßraumes nach Außen (Mundloch) möglich gemacht ist.

Das dadurch gebildete Hohlgeschoß wird nur dann den Bedingungen eines vollkommenen Geschosses entsprechen, wenn durch den hohlen Raum und durch das Mundloch die centrale Lage des Schwerpunktes nicht gestört wird oder wenigstens nicht regellos gemacht wird. Allein in der Wirklichkeit ist schon beim Vollgeschoß die centrale Lage des Schwerpunktes nicht vollkommen zu erreichen, viel weniger beim Hohlgeschoß. Bei diesem gibt es jedoch ein Mittel, durch die Konstruktion des hohlen Raumes die excentrische Lage des Schwerpunktes zu beherrschen, so weit die Unvollkommenheit der Materie dieß zuläßt, und dadurch indirekt den Einfluß der Rotation zu regeln. Immer jedoch muß man dieses in der Praxis nicht anzufechtende Auskunftsmittel bei wissenschaftlicher Ansicht der Sache als ein nothwendiges Uebel erachten, da auch die geregeltste Rotation nachtheilig bleibt, wie sich später noch deutlicher herausstellen wird.

Durch die Kugelgestalt des Geschosses und durch den innern Raum, seiner Lage und Gestalt nach, so wie durch seine

Beziehung zur Lage des Schwerpunktes sind gewissermaßen die linearen Umrisse zur Konstruktion des Hohlgeschosses gegeben, so daß nunmehr die weitern Bedingungen darzulegen sind.

Die Wahl der Materie zum Hohlgeschoß ist dadurch bedingt, daß das Geschoß in jedem Falle den Stoß der Triebkraft, die Stöße im Geschützrohr, die Aufschläge auf dem Terrain und wo es gleichzeitig durch Stoßkraft in seiner Wirkung begründet wird, den Stoß gegen das Objekt aushält, ohne zu zerschellen. — Man wählt auch zum Hohlgeschoß das Gußeisen. — Hierdurch bestimmt sich für die beiden verschiedenen Gebrauchsfälle das Minimum der Wandstärke und der Festigkeit des Hohlgeschosses und in natürlicher Folge davon die Größe des hohlen Raumes.

Dieses Minimum der sogenannten Eisenstärke wird in der Wirklichkeit stets überschritten, um nicht durch die Zufälligkeiten der materiellen Beschaffenheit die Existenz des Geschosses vor dem Zeitpunkte des Zersprengens zu gefährden. Selbst in dem Falle, wo die Zertheilung des Geschosses in mehrere wirkungsfähige Stücke beabsichtigt wird, macht man die Eisenstärke in der Regel weit größer, als nöthig, um diese Geschosse, wo es der Zufall will, auch zu größerer Sprengwirkung steigern zu können, damit dieselben nicht in ihrer Wirkungsfähigkeit eingeengt werden. Geschosse dagegen, welche zum höchsten Ertrage ihrer Sprengwirkung einer bedeutenden Stoßkraft bedürfen, macht man in den Wänden stärker, als gewöhnlich.

Es ist klar, daß die Eisenstärke und ihre nähere Gestaltung im Vereine mit der dem Hohlgeschoß eingepflanzten Sprengkraft die Größe und Gestaltung dieser letztern begründen muß.

Wo es auf Vervielfältigung der wirkungsfähigen Treffer durch Zertheilung des Geschosses ankommt, da wird es zur Grundbedingung einer großen, geregelten und meßbaren Wirkung, das Geschoß in so viele Stücke zu sprengen, als dieselben noch eine zur Wirkung ausreichende Größe und Triebkraft besitzen.

Wo es dagegen auf eine bedeutende Sprenggewalt abgesehen ist, da müssen die Wände eine eben hinreichende Stärke haben, um der Sprengkraft den zur vollen Kraftentwickelung nothwendigen Widerstand zu leisten und nicht mehr, damit die auseinander gerissenen Theile des Geschosses mit der erreichbar höchsten Gewalt gegen die Materie des sie umgebenden Objektes einzuwirken vermögen.

Wo endlich die Sprengwirkung zur Steigerung einer bedeutenden Stoßwirkung dienen soll, wird, wenn man es nicht vorzieht, durch Vollkugeln die Stoßwirkung zu erzeugen und diese Vorarbeit durch darauf folgende Hohlgeschosse mit vorherrschender Sprenggewalt zu einem großen Totaleffekte auszubeuten, die Eisenstärke noch mehr vergrößert, um dem Geschoß zur bedeutenden Stoßgewalt ein möglichst großes Gewicht und die erforderliche Festigkeit zu geben.

Bei Erzeugung einer bedeutenden Sprenggewalt ist es Bedingung, weniger, aber desto größere Stücke zu sprengen, um denselben eine bedeutende Stoßkraft gegen die umgebende Masse des Objektes zu verleihen. Auch in diesem Falle wird es als Bedingung der höchsten Sprengwirkung, die Zahl und Größe der auseinander gerissenen Stücke des Geschosses zu regeln, eben so wie es darauf ankommt, die Eisenstärke so zu normiren, daß die sprengende Kraft, nachdem sie das Geschoß in die bestimmten Theile zerlegt hat, die Stücke mit der erreichbar höchsten Gewalt auseinander jagt. Wir deuten hier nur nebenbei auf eine dahin abzweckende Reifelung des innern Raumes hin, um den Weg zu zeigen, den man vielleicht mit Nutzen einschlagen könnte.

Ist nach den hier entwickelten Prinzipien die lineare und materielle Konstruktion vollendet, so ist die Kombination des Geschosses mit der Sprengkraft möglich gemacht.

Für den Fall, wo das Geschoß durch Zertheilung in mehrere Stücke gegen Truppen zu wirken hat, muß die Entzündung

seiner Sprengladung in der richtigen Entfernung von den zu treffenden Objekten erfolgen und die Sprengkraft darf nur eben noch groß genug sein, um das Geschoß auseinander zu reißen, damit die Stücke in der weitern Verfolgung der vom Geschoß angetretenen Bewegung nicht gestört und in der vom Geschoß ererbten Triebkraft zu sehr geschwächt werden. Für die Wirkung gegen Truppen ist also die günstigste Wirkung durch die Rechtzeitigkeit der Entwickelung der Sprengkraft (Zünder mit genauer Brennzeit), durch große Zahl und angemessene Größe der Sprengstücke, durch das Minimum der Sprengkraft und durch das Beharren der Sprengstücke in der Bahn des Geschosses mit ausreichender Triebkraft gegeben.

Für das Geschoß mit großer Sprenggewalt genügt es, wenn die Sprengkraft überhaupt erst nach dem Eindringen in das Objekt entwickelt wird; die Wirkung ist demnach weniger empfindlich für strenge Rechtzeitigkeit der sogenannten Zünderlängen. Die große Sprenggewalt verlangt dagegen zu ihrem höchsten Ertrage eine hinreichende Tiefe des Eindringens in das Objekt, mithin eine entsprechende Stoßgewalt, Festigkeit und Schwere des Geschosses, weniger, aber so bedeutende Sprengstücke, daß ihre Masse zur entsprechenden Grundlage einer bedeutenden Stoßkraft wird. Diese Stoßkraft der Sprengstücke wird sich nur durch Versuche über die Größe der von den Sprenggeschossen erzeugten Minentrichter praktisch ermitteln lassen und man wird hierbei sowohl über die Größe und Wirkungsweise der sprengenden Kraft, als auch über die Größe der Sprengstücke zu werthvollen Aufklärungen gelangen können. Die Wichtigkeit dieser Frage für den Festungskrieg liegt zu Tage.

In wie fern zu diesem verschiedenen Maße der Sprenggewalt mit Vortheil von einer bald langsamer, bald heftiger sich entwickelnden Sprengkraft Gebrauch zu machen wäre, ob verschiedene Pulvergattungen, langsamere und schneller zusammenbrennende, ob sogenannte Knallmischungen zu gesteigerten

Resultaten führen möchten, ob und welche eigenthümlichen Schwierigkeiten der Lösung des hier beregten Problems entgegentreten werden, darüber läßt sich um so weniger ohne Weiteres abstimmen, als der lebhafte Fortschritt der Technik und der Naturwissenschaften hier täglich neue Ideen zu begründen vermag.

Im Allgemeinen läßt sich jedoch voraussehen, daß das Hohlgeschoß einer weit größern Steigerung seiner Leistungen fähig ist, als das Vollgeschoß und daß es schon, vom heutigen Standpunkte der Dinge aus als ein in der Mehrzahl der Gebrauchsfälle der Vollkugel überlegenes Geschoß anzusehen ist. Hierbei ist jedoch nur die Geschoßwirkung an sich verstanden.

§. 20.

Die Zündkraft.

Die Zündkraft des Geschosses läßt sich nach dem bisherigen Standpunkte der Dinge nur dadurch erzeugen, daß man das Geschoß aus einer brennbaren Masse formt, also durch eine Flamme zündet, oder daß man die Masse des Geschosses unmittelbar vor dem Gebrauche erglüht, d. i. mit einer großen Menge wieder ausstrahlender Wärme erfüllt, also durch Glühhitze wirkt.

Vergleichen wir beide Methoden zu zünden, — durch Flamme — oder durch Glühhitze —, so zeigt sich die erstere, — durch Flamme —, als die schwächere und unzuverlässigere. Es ist in der Natur der Flamme begründet, daß sie in der Richtung ihrer Wärmestrahlen durch die Luftströmung ungewöhnlich gestört und dadurch geschwächt wird, auch wenn die Flamme noch so heftig ist, daß die Flamme zu ihrer vollen Entwickelung ringsum der Berührung mit der Luft bedarf, an welche sie deshalb eine große Menge Wärmestoff ohne Wirkung auf das Objekt abgibt, daß die Mittheilung der Wärme durch eine Flamme sehr durch die Beschaffenheit der Oberfläche des Objektes bedingt ist, indem eine glatte und schräg gegen den Flammenstich gerichtete Ober-

fläche die Wärmestrahlen zurückwirft, endlich daß der durch Ankohlen des Objektes entstehende Rauch die Flamme dämpft. Hierzu kommt noch, daß die Brennfläche des Geschosses (flammende Oberfläche) zum bei Weitem größten Theile gar nicht zur beabsichtigten Wirkung beiträgt, sondern völlig wirkungslos verloren geht, daß also die wirkende Fläche nur einen sehr geringen Theil der wirkungsfähigen ausmacht, daß die Heftigkeit der Flamme mit der Dichtigkeit der brennenden Geschoßmasse im Widerstreite steht, also auch mit der Menge des brennbaren Stoffes, was hier gerade um so nachtheiliger wirkt, als die Mittheilung der Wärme an das zu zündende Objekt von Außen her erfolgt, die Zündung von Außen her aber eine weit größere Wärmemenge fordert, als eine innerhalb des Objekts erfolgende Mittheilung der Wärme. Dieser Widerstreit zwischen der Heftigkeit des Flammenstiches und der Dichtigkeit des Geschosses wirkt nachtheilig auf die Sicherheit der Bewegung und des Gebrauches und beschränkt die Wirkungssphäre des Geschosses außerordentlich, indem diese Brandgeschosse bei ihrer geringen Haltbarkeit gegen den Stoß der bewegenden Kraft und gegen die Aufschläge auf den Boden sehr empfindlich sind. Man hat, um jenen Widerstreit zwischen Heftigkeit des Flammenstiches und Dichtigkeit des Geschosses (Menge des Zündstoffes — Größe und Sicherheit der Zündwirkung durch längere Brennzeit, Einwirkung der Flamme auf das Objekt — Gewicht des Geschosses — ꝛc.) zu umgehen, den sogenannten Brandkugeln eine elliptische Form gegeben und zu größerer Haltbarkeit den Brandsatz in ein schmiedeeisernes Brandkreuz, mit einem Zwillichmantel umgeben, eingeschlagen. Hierdurch sind neue, nicht weniger große Uebel an die Stelle der beseitigten getreten.

Die Gestalt der elliptischen Geschosse widerspricht einer geregelten Bewegung und Trefffähigkeit; aber gerade diese Geschosse verlangen zu ihrer Wirkung eine sehr genaue Lage zum Objekt der Zündung. Hierbei sehen wir noch ganz davon ab,

daß die schon während der Bewegung zum Ziele um sich greifende Flamme die Oberfläche des bewegten Geschosses während des Fluges veränderlich macht, den Schwerpunkt verrückt, daß die Flamme einen ganz ungeregelten Luftwiderstand erzeugt und daß bei dem trägen Fluge schon vor der Berührung des Objektes eine große Wärmemenge verloren geht. Ein weiterer Uebelstand ist der, daß das Geschoß eine sehr bedeutende Wärmemenge an das Kreuz und zur Verzehrung des Mantels abgeben muß, daß der Mantel einen schädlichen Rauch erzeugt, der durch die Ueberziehung mit Pech noch überdieß gemehrt wird. Hierbei muß überhaupt bemerkt werden, daß die Beimischung von Rauch erzeugenden Bestandtheilen zum Brandsatz als eine Schwächung der Zündkraft anzusehen ist, denn der Rauch ist ein sicheres Zeichen, daß nicht hinlänglicher Wärmestoff vorhanden war, um den brennbaren Stoff vollständig zu verzehren, daß mithin der rauchende Stoff entweder ein sehr schwer zu verbrennender, viel Wärmestoff verzehrender ist, oder daß zu wenig Wärmestoff zu seiner Auflösung in eine rauchlose Flamme vorhanden war. Wenn das Pech in volle Flamme gesetzt einen sehr heftigen Zündstoff abgibt, so ist dieß ein schlagender Beweis, daß es vorher erst eine sehr große, nunmehr wieder ausstrahlende, Wärmemenge in sich aufgenommen hatte, bevor es zur rauchlosen Flamme gelangen konnte. Diese große und heftige Zündkraft kommt allen Körpern zu, welche einer starken Ladung mit Wärmestoff fähig sind, bevor sie denselben wieder ausstrahlen. Eine ähnliche, wenn auch weniger nachtheilige Bewandniß wie mit dem Pech, hat es mit dem Schwefel. Wenn derselbe im Pulver zur Trennung des Kaliums aus dem Salpeter, also zur Scheidung der festen und gasförmigen Bestandtheile in solcher Menge nothwendig ist, um dem Kalium zur Bildung von Schwefelkalium zu genügen, wenn also die diese chemische Vereinigung möglich machende Schwefelmenge zur Pulverzersetzung unentbehrlich ist, jede kleinere und größere

Schwefelmenge die Pulverkraft schwächen muß, so ist doch daraus niemals zu folgern, daß der Schwefel die Zündkraft einer Brandmischung unbedingt erhöhet.

Die noch immer in ungebührlicher Geltung stehenden Ansichten der alten Feuerwerkerei über Pech und Schwefel müssen aus der wissenschaftlichen Betrachtung gänzlich verwiesen werden und es ist, vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft angesehen, nothwendig, mit der Beimischung von Schwefel und Pech zu Pulver- und Brandmischungen sehr vorsichtig zu Werke zu gehen.

Pech und Schwefel können sehr heftige Zündmittel abgeben, bedürfen aber zur vollen Entwickelung einer sehr großen Wärmemenge, daher ist ihre Kombination zu Brandsätzen nur in sehr eingeschränkten und fest bestimmten Verhältnissen mit leicht brennbaren Stoffen von günstiger Einwirkung, außer diesen bestimmten Verhältnissen aber immer schädlich.

Der Rauch ist, wir wiederholen es nochmals, das untrüglichste Zeichen schlechter Verhältnisse in der Mischung und einer geschwächten Zündkraft.

Um die Nachtheile der elliptischen Brandgeschosse, eine ungeregelte Bewegung, eine ungenügende Trefffähigkeit, sehr beschränkte Wirkungssphäre, geringe Festigkeit des Geschosses ꝛc. zu umgehen, hat man Hohlgeschosse mit Brandsatz gefüllt und denselben für die ausströmende Flamme mehrere Oeffnungen (Brandlöcher) gegeben und ist so zu den Brandbomben gelangt.

Die Brandbomben haben im Vergleiche mit den eben betrachteten Brandgeschossen, den sogenannten Brandkugeln, den Vorzug einer geregelten Bewegung keinesweges in dem mit der regelrechtern Gestalt verbundenen Grade, denn die im Rohre bereits entzündete Brandmasse, welche den hohlen Raum der Brandbombe anfüllt, brennt während des Fluges der Bombe bei der erstrebten Heftigkeit der Brandmischung aus den Brand-

löchern mit eben so viel intensiven Flammenbüscheln, so daß dadurch der Widerstand der Luft ein ungeregelter wird; auch rückt der Schwerpunkt des Geschosses während des Fluges nach Maßgabe der Abnahme der Brandmischung und selbstredend des Gewichtes aus seiner Lage. Hierzu kommt noch, daß die geringe Masse der Brandmischung, welche im innern Raume des Geschosses Platz zu finden vermag, durch einen langen Flug des Geschosses verhältnißmäßig zu viel verliert, ehe sie zur eigentlichen Wirkung gelangt, so daß auch die Brandbomben keine der Gestalt und Festigkeit des Geschosses entsprechende Ausdehnung der Wirkungssphäre zu erreichen vermögen. Hieraus folgt, daß die Brandbomben durch ihre geregelte Gestalt und große Festigkeit der Umhüllung die damit verbundenen Vortheile an geregelter Bewegung, Trefffähigkeit und Erweiterung der anwendbaren Entfernungen keinesweges in so merklichem Grade gewinnen, daß dadurch die ihnen eigenthümlichen Nachtheile aufgewogen würden. Diese sind:

1. Die starke Eisenhülle absorbirt eine so bedeutende Wärmemenge, daß nur ein sehr unbedeutender Theil davon für die beabsichtigte Wirkung übrig bleibt. Bei der verhältnißmäßig sehr geringen Brandmasse, welche von der starken Eisenhülle eingeschlossen ist, wird dieser Nachtheil nur um so verderblicher für die beabsichtigte Wirkung.
2. Die geringe Menge des wirkungsfähigen Wärmestoffs strahlt in eben so vielen Flammenbüscheln, als Brandlöcher vorhanden sind, excentrisch aus und wird daher durch eine der intensiven Wirkung entgegentretende Theilung noch bedeutend geschwächt.
3. Eine ungünstige Lage der Brandlöcher zum Objekt der Wirkung macht diese leicht ganz unmöglich und würde selbst durch die höchste Regelbarkeit der Bewegung niemals zu beseitigen sein.
4. Die Brandbombe kann durch Eindringen in das Objekt

oder gar in den Erdboden ꝛc., durch Verstopfung der wenigen Ausströmungskanäle leicht erstickt und als Brandgeschoß unwirksam werden. Bei der Brandkugel, welche nicht leicht eindringen kann, ist dieser Nachtheil viel seltener zu befürchten.

Als Brandgeschoß steht mithin die Brandbombe merklich tiefer, als die Brandkugel.

Beide haben übrigens den Nachtheil mit einander gemein, daß sie schon während des Fluges dem Gegner ihre Absicht verrathen, daher Maßregeln gegen ihre ohnehin sehr problematische Wirkung veranlassen und dadurch leicht ihren Zweck ganz verfehlen können. — Aus den vorstehenden Betrachtungen ergibt sich daher, daß die flammenden Brandgeschosse bisher eine ungenügende Zündkraft besitzen, daß ihre Wirkung noch durch eine mannichfache Störung des Fluges, der Trefffähigkeit, der Festigkeit des Geschosses, durch Beschränkungen im Gebrauche der Entfernungen und durch Verrathen ihrer Absicht wesentlich an Stärke und Sicherheit verliert. Sie bleiben daher nur gegen nahe Ziele von großer Oberfläche, welche nur schwach oder gar nicht bedeckt sind und gegen leicht entzündliche Ziele anwendbar. Gegen solche Ziele sind aber gewöhnliche Hohlgeschosse, welche mit Sprengladung versehen sind und nebenbei mit einigen beim Sprengen des Geschosses umhergeschleuderten Stücken Brandsatzes (Geschmolzen Zeug) vorzuziehen, denn sie verbinden mit den Vortheilen eines geregelten Geschosses in Bezug auf Bewegung, Trefffähigkeit, große Wirkungssphäre, bedeutende Festigkeit und Stoßkraft eine geringe Zugabe an Zündkraft, wirken, wenn auch die Zündkraft ihren Zweck verfehlt, immer noch bedeutend mehr auf die Zerstörung des Objektes ein, als eins der beiden erwähnten Brandgeschosse. Die Methode, durch eine Flamme zu zünden, erscheint daher, bei den damit verbundenen Schwierigkeiten und bei den in der Natur des in Flammen ausströmenden Wärmestoffs begründeten Mängeln, nicht geeignet,

um zu genügenden Resultaten zu führen, namentlich dürfte ihre Anwendbarbeit gegen aufrechte Ziele von geringerer Entzündlichkeit und einiger Festigkeit, wie z. B. gegen Holzwände, wenigstens, wie die Sachen bis jetzt stehen, schwer zu umgehenden Schwierigkeiten unterliegen. In Betreff des Brandsatzes dürfte in Uebereinstimmung mit den oben entwickelten Ansichten über Beimischung von Pech, Schwefel und ähnlichen Dingen schließlich noch zu erwähnen sein, daß wir eine geeignete Brandmischung am vortheilhaftesten aus der gewöhnlichen Pulverproportion auf demselben Wege, wie man den Brandsatz zu Zündern erreicht, konstruiren würden.

Weit wirksamer und zuverlässiger ist die Methode durch Glühhitze zu zünden. Um die Geschosse, welche man dazu verwendet, mit einer möglichst großen Wärmemenge zu laden, müssen dieselben von einer Materie konstruirt werden, welche viel Wärmestoff, ohne wesentlichen Nachtheil für ihren innern Zusammenhang, ihre Festigkeit, Dichtigkeit, Größe und Gestalt, in sich aufzunehmen und leicht wieder abzugeben vermag, also von schwer schmelzbaren Körpern und guten Wärmeleitern. Besitzen diese Körper eine große Dichtigkeit (also ein damit verbundenes bedeutendes Gewicht und mithin einen der Größe des Geschosses verhältnißmäßig großen materiellen Inhalt) und eine bedeutende Festigkeit (also die Fähigkeit, eine bedeutende Stoßgewalt mit der Zündkraft zu verbinden), so lassen sich die Vortheile eines regelrecht gestalteten, der Wirkung günstigen Geschosses mit einer bedeutenden Zündkraft vereinigen.

Das Gußeisen besitzt diese Eigenschaften in einem genügenden Maße, man darf daher die gußeiserne Vollkugel von schwerem Kaliber, welche einen großen materiellen Inhalt mit der Fähigkeit eine ungewöhnliche Wärmemenge unter den oben angedeuteten Bedingungen aufzunehmen und leicht wieder an das Objekt abzugeben verbindet, als das bis jetzt geeignetste Brandgeschoß erachten.

Man schießt die glühende Kugel in die Materie des Objekts, so daß sie nicht zu tief in dasselbe dringt, um nicht durchzuschlagen; sie gibt nunmehr ihren intensiv ausströmenden Wärmestoff an die verhältnißmäßig geringe Berührungsfläche des sie umhüllenden Objektes ab, der durch Verkohlung entstehende Rauch der zu entzündenden Materie stört und schwächt die Abgabe und Aufnahme des Wärmestoffs nicht; außer der Abgabe an Wärmestoff während der Flugzeit des bewegten Geschosses geht wenig Wärmestoff für die Wirkung verloren, da das im Objekt befindliche Geschoß von der atmosphärischen Luft wenig berührt werden kann. Die glühende Kugel hat eine so bedeutende Zündkraft bewährt, daß sie selbst frisches Holz unter günstigen Umständen in Brand zu setzen vermochte. Indem sie ihren bedeutenden Wärmestoff mitten in die zu zündende Materie verpflanzt, sichert sie demselben einen zur Zündung, nach vorhergegangener Austrocknung (Verkohlung) der zu zündenden Materie, also nach gesteigerter Entzündlichkeit derselben, unerläßlichen Zeitverbrauch.

Sie verräth ihre eigenthümliche Wirkungsweise nicht früher, als sie bereits in Wirkung ist, sie läßt sich nicht leicht vom Objekte trennen, und behält, auch wenn sie nicht ihre volle Zündwirkung mit ganzem Erfolge erreicht hat, doch immer einen zerstörenden Einfluß auf das Objekt, dessen innern Zusammenhang sie durch den Stoß, und noch mehr durch dessen Verkohlung merklich gestört hat.

Ist sie auch nur gegen aufrechtstehende Ziele von zuverlässiger Brauchbarkeit, so wird diese Beschränkung ihres Gebrauches zum Theil durch die Möglichkeit eines kräftigen Stoßes, welcher leicht umfaßte und bedeckte Räume ihrer Wirkung auszusetzen vermag, wieder gemildert und man kann diese Beschränkung im Vergleiche mit den beiden andern Brandgeschossen, welche gegen aufrechtstehende, einigermaßen feste Ziele ziemlich wirkungslos sind, keineswegs als eine schwache Seite der glü-

henden Kugeln ansehen, wenn sie es auch an und für sich betrachtet immer bleiben wird.

Endlich ist hier noch eines neuen Brandgeschosses, der Raketen, zu gedenken, welches zu den flammenden Brandgeschossen gehört und bis jetzt als das kräftigste dieser Kathegorie dasteht. Die Rakete vereinigt mit der Zündung durch eine sehr kräftige Flamme (eines sehr heftig ausströmenden, höchst erhitzten Gases) mit einem langen stechenden Feuerstrahle, die Vortheile eines großer Steigerung fähigen Stoßes gegen das Objekt und läßt sich leicht sowohl gegen aufrechte, als liegende Ziele verwendbar machen; sie hat aber nicht die Vortheile der glühenden Kugel in Bezug auf die zur Zündung schwer brennbarer Objekte erforderliche bedeutende Zeit der Wirkung, indem die Heftigkeit ihrer ausströmenden Flamme, worin ihre Zündkraft am wesentlichsten zu suchen sein dürfte, und die daraus weiter folgende Stoßkraft mit der Wirkungszeit (Brennzeit) der Flamme in direktem Gegensatze steht. In der Verbindung der Rakete mit einem flammenden Brandgeschoß sind einmal die Schwächen der Zündmethode durch Flammenwirkung nicht gehoben und zweitens ist dann die Rakete nichts als ein Surrogat für die sonst übliche Bewegkraft der Geschosse. Die Anwendung der gewöhnlichen Bewegkraft kann wegen ihrer unzertrennlichen Verbindung mit einem Geschützrohr und mit dessen weitern unmittelbaren Anhängseln in manchen Fällen so schwierig und unbequem werden, daß die Raketen als ein sehr willkommenes und vortheilhaftes Auskunftsmittel trotz ihrer Kostbarkeit und sonstigen eigenthümlichen Mängel hingestellt bleiben.

Wir werden noch näher auf die eigenthümlichen Schwierigkeiten einer geregelten Bewegung der Raketen zum Ziele hin einzugehen später Veranlassung finden, Schwierigkeiten, deren volle Beseitigung bis zur Gleichstellung mit dem kugelförmigen Geschoß, wenn auch nicht unmöglich, doch nicht sehr nahe bevorstehend erscheint.

Die bisher damit gemachten Erfahrungen, so weit sie bekannt geworden sind und auf kriegerische Zuverlässigkeit Anspruch machen können, berechtigen noch nicht zu gegründeten Hoffnungen und lassen noch große Täuschuugen vorurtheiliger Erwartungen fürchten.

Man ist daher bis jetzt noch auf die glühende Kugel als auf das wirksamste, zuverlässigste und sowohl durch allgemeine Brauchbarkeit und Größe der Wirkungssphäre, als durch Wohlfeilheit vortheilhafteste Brandgeschoß angewiesen, wobei man sich indeß nicht verhehlen darf, daß die im Augenblicke des Gebrauches nothwendige Erzeugung der Zündkraft (das Glühen der Geschosse) ein großer, unbequemer und ihrem Gebrauche oft ganz hinderlicher Mangel werden kann.

Man kann daher die Brandgeschosse ihrer Wirkung nach, wie folgt, rangiren: Glühende Kugel, Brandrakete, Brandkugel und Brandbombe; ihrer Wirkungssphäre nach: Brandrakete und glühende Kugel als ziemlich gleichstehend, Brandbombe, Brandkugel, endlich nach der Leichtigkeit ihres Gebrauches: Brandrakete, Brandbombe, Brandkugel und glühende Kugel. Den Kosten nach steht die glühende Kugel als die wohlfeilste da, die Brandkugel ihr am nächsten, die Brandrakete dürfte die theuerste sein; diese eben erwähnte Rücksicht auf Kosten ist bei diesem Geschoß um so mehr zu beachten, weil, abgesehen von dem sonstigen Einflusse der Kostbarkeit des Kriegsmateriales, die größere Kostbarkeit der Brandgeschosse nicht mit einer ihre Treffähigkeit unberührt lassenden Künstlichkeit der Konstruktion verbunden ist.

Die größere Kostbarkeit der Hohlgeschosse im Vergleiche zu den Vollkugeln z. B. ist durch die in manchen Gebrauchsfällen, sogar in den meisten, damit verbundene Steigerung der absoluten Geschoßwirkung vergütigt, was bei den Brandgeschossen dagegen nicht der Fall ist.

§. 21.

Die Leuchtkraft.

Das Problem, einen Theil des vorliegenden Terrains auf eine einigermaßen bedeutende Entfernung durch dazu bestimmte Geschosse dem Schutze der Dunkelheit zu entreißen und dergestalt zu erleuchten, daß auf demselben nichts militairisch Wichtiges der deutlichen Erkennung und Beobachtung entzogen werden kann, hat so große und eigenthümliche Schwierigkeiten, daß es weit weniger gerechtfertigt erscheint, den Tadel auf die bisherigen Geschosse und ihre Konstruktion zu richten, als vielmehr auf den Weg, welchen man zur Lösung des Problems einschlug. Und auch dieser Tadel fällt weg, wenn man den tiefen Standpunkt ins Auge faßt, den die Naturwissenschaften (Chemie, Physik) in dieser Beziehung vor noch nicht langer Zeit einnahmen.

Faßt man die Bedingungen ins Auge, an welche sich eine einigermaßen genügende und zuverlässige Leuchtwirkung des Geschosses knüpft, als da sind: Entwickelung von Lichtstoff in einer mit der Entfernung und Größe der Wirkungssphäre (erleuchtete Fläche) entsprechenden Menge, Reinheit und Intensivität, eine zur deutlichen Erkennung unerläßliche Zeitdauer der Lichtwirkung, richtige Lage des leuchtenden Geschosses, des zu beleuchtenden Objektes und des Beobachters zu einander, die daraus folgende ungemein genaue Trefffähigkeit des Geschosses, die nothwendige Unabhängigkeit vom Terrain und was sich alles daran knüpft, so wird es kein Erstaunen erregen, wenn die bekannten Leuchtgeschosse ihre Aufgabe nur sehr ungenügend lösen können.

Was zuerst die Lichtentwickelung betrifft, so hat es bisher nicht gelingen wollen, dieselbe anders als in Gestalt einer Flamme an das Leuchtgeschoß zu knüpfen, also durch Verbrennen eines mit blendender Flamme auflodernden Körpers zu wirken, denn die Darstellung eines Geschosses, dessen Materie einer mit ungewöhnlicher Intensivität der Lichtentwickelung vereinbaren Glüh-

hitze fähig ist, ohne die vom Geschoß unzertrennlichen Eigenschaften zu verlieren, ist bis heute nicht einmal versucht worden, viel weniger gelungen und es dürfte auch bezweifelt werden, daß diese Darstellung so bald gelingen wird. Wie dem aber auch sein mag, so hat die Methode, durch ein Geschoß zu erleuchten, welches sein Licht dem Beobachter aus der zu erleuchtenden Entfernung zurückwirft, den nie zu beseitigenden Mangel, daß es die Erkennung des Objektes nicht durch Beleuchtung desselben, sondern durch Darstellung seines Schattens begründet, so daß das Objekt sich nur genau und sicher erkennen läßt, wenn es sich zwischen dem leuchtenden Geschoß und dem Beobachter befindet. Je größer und intensiver die Flamme des Leuchtgeschosses ist, desto mehr blendet sie das beobachtende Auge und macht es unfähiger, die dunklern Umgebungen mit genügender Schärfe zu untersuchen, namentlich aber, über den flammenden Körper hinweg zu blicken, der die nächsten Umgebungen in eine um so tiefere Finsterniß hüllt, je stärker sein Licht wirkt. Selbst ein weißglühendes Leuchtgeschoß würde diese nachtheilige Wirkung auf das beobachtende Auge und auf die umgebenden Räume des Terrains in einem störenden Maße üben. Und diese ganze auf Schattenwerfen gestützte Wirkung kann durch geringfügige Unebenheiten des Bodens und sonstige Zufälligkeiten völlig vernichtet werden!

Wir haben bisher noch davon abgesehen, daß es ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten hat, eine Flamme von großer Intensivität, Leuchtkraft, Reinheit und Ausdehnung, wie sie hier unerläßlich sind, an die Materie eines Geschosses zu knüpfen, diese Lichtentwickelung rechtzeitig erfolgen und eine ausreichende Zeit hindurch Statt finden zu lassen, daß es ferner unmöglich ist, die auflodernde Flamme dem Winde, dem Einflusse feuchter Luft zu entziehen, daß wenn es auch gelingen sollte, ein rauchfrei verbrennendes Leuchtgeschoß unter allen Umständen zu erlangen, doch die ausströmende Hitze die mit dem Geschoß in

naher Berührung befindlichen, mehr oder weniger brennbaren Gegenstände verkohlen, ansengen und dadurch mittelbar die Flamme in Rauch zu hüllen vermag.

Wenn wir schon bei der Konstruktion des Brandgeschosses erkannten, wie die Schwierigkeiten, durch eine Flamme zu zünden, eng mit der Natur der Flamme verknüpft waren, so bedarf es keiner nähern Darlegung, daß die Leuchtkraft, diese höchste und edelste Wirkung eines flammenden Körpers, unendlich größern Schwierigkeiten unterliegt.

Betrachten wir nunmehr das übliche Leuchtgeschoß, das zur flammenden Lichtentwickelung bestimmte Material, wie es eingeschlossen ist in ein mit gepichter Zwillichhülle überzogenes, elliptisch geformtes Brandkreuz, welches der Flamme eine Menge Wärmestoff entzieht und somit von Hause aus ihre Intensivität und Leuchtkraft schwächt, wie die in Pech getränkte Zwillichhülle die an sich nicht besonders starke Flamme mit einem dichten Flor von Rauch beschattet und dieselbe mit dunkelroth glühenden Streifen verunreinigt, betrachten wir den ungeschickten und unsichern Flug dieses elliptischen Geschosses, so erkennen wir den Abstand, in welchem wir hinter der Lösung der gestellten Aufgabe zurückgeblieben sind. Wir verrathen schon von Weitem dem Gegner eine Absicht, für deren Erreichung uns weniger Mittel zu Gebote stehen, als ihm, sie zu vereiteln; wir werfen ein Licht von uns weg, mit welchem wir leuchten wollen und zwar in einer sehr schwer zu regelnden Richtung und Entfernung und von dem Augenblicke, wo das Geschoß seinen Flug antritt, bis zu seinem Verlöschen stehen dem Gegner alle entsprechenden Gegenmaßregeln mehr oder weniger zu Gebote, wenn er dazu genöthigt sein sollte.

Man hat diese Mängel tief empfunden und mancherlei dagegen versucht, allein bisher ohne Erfolg. Hierher gehören unter andern die Leuchtraketen mit Fallschirmen, welche die ausgestoßenen Leuchtkugeln schwebend erhalten sollten. Es läßt sich

ohne tieferes Eingehen in das Wesen dieser Methode erkennen, daß diese schwebenden Leuchtgeschosse zu den schwachen Seiten der sogenannten Leuchtkugeln, welche aus Geschützen, in einigen Gebrauchsfällen aus freier Hand geworfen werden, und zu den Nachtheilen ihrer unvermeidlichen Kleinheit noch mehrere der bedenklichsten Mängel hinzufügen.

Die Höhe, in welcher die launige Rakete ausstößt, in welcher sich der Fallschirm entfaltet, was möglicher Weise gar nicht erfolgen kann, die Höhe, in welcher der Fallschirm das kleine Leuchtgeschoß über den Boden hinwegträgt, so wie die Einwirkung einer nur unbedeutenden Luftströmung, machen diese Methode zu leuchten wohl geschickt, ein hübsches Lustfeuer abzugeben, keineswegs aber zu ernsten Zwecken des Krieges zu dienen.

Die Idee, Raketen mit Leuchtkugeln dergestalt zu versetzen, daß sie dieselben in entsprechenden Zeitabschnitten ausstoßen und zu Boden fallen lassen, diese Raketen in flachem, gestrecktem Fluge über das vorliegende Terrain fortzutreiben, und so gewissermaßen das vorliegende Terrain seiner ganzen Tiefe nach leuchtend abzusuchen, durch die Leuchtkraft zu beherrschen, würden weit geschickter sein, zu einem Resultate zu gelangen, wenn nicht außer den schwachen Seiten der Raketen und der Leuchtgeschosse überhaupt noch ganz eigenthümliche Schwierigkeiten mit einer so künstlichen und zusammengesetzten Konstruktion verbunden wären. Und dabei würden wir immer nur ein schwach leuchtendes Geschoß von ungenügender Größe und Brennzeit erlangen, also die Aufgabe, eine genügende Leuchtkraft zu schaffen und an ein Geschoß zu knüpfen, ungelöst lassen.

Es scheint daher, als wenn die Natur des Lichtstoffes einen andern Weg einzuschlagen verlangt, als den der Leuchtgeschosse, der ihm so wenig zusagt.

Die Eigenschaft des Lichtstrahles, von der glatten Oberfläche eines für die Lichtmaterie undurchdringlichen, zur Lichtmaterie in keiner Affinität stehenden Körpers unter demselben

Winkel zurückgeworfen zu werden, unter welchem er auf diese Fläche eingefallen ist, eine Eigenschaft, welche in der ungeheuren Geschwindigkeit beruht, mit welcher sich der Lichtstoff strahlenförmig verbreitet, diese Eigenschaft zum Beleuchten des vorliegenden Terrains zu benutzen, also die Objekte zu erhellen, nicht durch Erzeugung von Schattenbildern zu wirken, scheint die der Natur des Lichtstoffes entsprechendste Leuchtmethode zu sein.

Dazu gehören ein ungewöhnlich intensives Licht, wozu die heutigen Naturwissenschaften schon mehrfach die Hand bieten, und geeignete Reverberen.

Durch eine solche Leuchtkraft, welche den Maßregeln des Gegners, dem Einflusse des Terrains, des Windes und allen nicht mit der Wirkung des Lichtes in Berührung tretenden Elementen entzogen ist, dagegen in ziemlich unbeschränkter Gewalt des Beobachters sein kann, vermag man es, das vorliegende Terrain durch den ins nächtliche Dunkel zurückgeschleuderten Lichtstoff zu erhellen und seiner ganzen Tiefe nach, so weit der Lichtstoff ausreichend wirkt, zu beherrschen.

Als Grundbedingungen dieser Leuchtkraft ergeben sich:

1. Intensivität und Menge des Lichtstoffes und ausreichende Leuchtzeit.

2. Geeignete Konstruktion der Reverberen, welche den Lichtstoff nicht verschlucken und zertheilen, sondern denselben unvermindert zurückwerfen und zwar dergestalt, daß die Lichtstrahlen zusammengehalten werden, damit außer der in der Natur des Lichtes begründeten, unvermeidlichen Diffusion des Lichtstoffes kein Lichtverlust veranlaßt wird.

Mit Rücksicht auf den heutigen Standpunkt der Physik und Chemie wird diese Methode, die Leuchtkraft zu erzeugen und anzuwenden, mehr Hoffnung auf genügende Resultate begründen, als die bisher übliche und sie ist eigentlich der einzige und natürliche Weg, die Aufgabe zu lösen, denn sie erhellt die dem Beobachter zugekehrte Seite des Objektes, während das Leucht-

geschoß nur den Schattenriß der zu beobachtenden Objekte gab und überdieß ist sie der einfachste Weg; endlich entspricht sie den über die Wirkung der Geschosse allgemein entwickelten Prinzipien einer leichten, schnellen Erzeugung der wirkenden Kraft im Augenblick des Gebrauches so wie einer geregelten Handhabung am meisten.

§. 22.

Die Raketen als Geschosse.

Wir haben hier noch der Raketen, als einer eigenthümlichen, vielfach gestalteten Gattung der Kriegsgeschosse, in näherer Betrachtung zu gedenken, so weit dieß im Kapitel vom Geschoß zulässig ist.

Die Raketen bilden eine ganz eigenthümliche Gattung von Geschossen, deren wesentlicher Unterschied darin gefunden werden muß, daß die bewegende Kraft (Triebkraft) in sie selbst verpflanzt worden ist, so daß sie als eine permanente Verbindung des Geschosses mit der bewegenden Kraft anzusehen sind. Für den ersten Anblick scheint es, als müßte man in den Raketen die einfachste und vollkommenste Geschoßkonstruktion, mit andern Worten, die wahre Lösung des Problems: das bewegte Geschoß zu erzeugen —, erblicken, allein bei näherer Betrachtung der im bewegten Geschoß vereinigten Elemente ergibt sich, daß ihre materielle Vereinigung nicht möglich ist, ohne die Forderungen der isolirt gedachten Elemente merklichen Einschränkungen zu unterwerfen. Man wird daher darauf verzichten müssen, bei der Rakete die günstigste Geschoßkonstruktion mit einer möglichst vollkommnen, meßbaren und geregelten Bewegung zu vereinigen, man kann daher auch nicht erwarten, daß die fertige Rakete einer so vielgestaltigen Wirksamkeit fähig ist, als die von der Bewegungen isolirt konstruirte Geschosse, denn bei der Rakete sind Geschoß und Größe der bewegenden Kraft gegebene, unabänderliche Größen, also im Augenblicke des Gebrauches nicht mehr in der Gewalt dessen, der sie anwendet.

Die Rakete, wenn sie zur Anwendung kommen soll, hat zur Gestaltung ihrer Flugbahn und Wirkung nur noch die Richtung, unter welcher sie in Bewegung gesetzt wird, als veränderliches Element, so daß sie eben so eingeengt in Bezug auf ihre Wirkungsformen erscheint, als sie eine erzwungene, materielle Verbindung der bewegenden Kraft und des Geschosses ist.

Diese der Natur beider Elemente des bewegten Geschosses zuwider laufende materielle Vereinigung derselben hat es nothwendig gemacht, von der günstigsten Geschoßgestalt abzuweichen, um Raum für die mit der bewegenden Kraft ausgerüstete materielle Füllung der Rakete (Ladung) zu gewinnen; die Rakete hat daher Cylindergestalt erhalten. Der innere Raum des Cylinders ist mit der bewegenden Kraft in der Form eines mit entsprechender Dichtigkeit eingetriebenen Pulversatzes ausgefüllt, welcher durch sein mehr oder weniger allmähliges Verbrennen die Bewegung erzeugt und bis zu seiner gänzlichen Auflösung fortwährend beschleunigt, weil er mit dem Geschoß in steter Verbindung während seiner Brennzeit fortwährend auf dasselbe einwirkt.

Bei dem gewöhnlichen Geschoß wirkt die bewegende Kraft als ein in äußerst kurzer Zeit zur vollen Wirkung gelangender Stoß und das von der bewegenden Kraft nach dieser kurzen Einwirkung wieder getrennte Geschoß vollendet durch sein Beharrungsvermögen die beabsichtigte Bewegung unter fortwährender Abnahme seiner Geschwindigkeit; bei der Rakete dagegen ist die bewegende Kraft ein die Brennzeit der Raketen hindurch ausdauernder, die Bewegung beschleunigender Druck gegen das bewegte Geschoß und erst nach vollendeter Brennzeit tritt das durch die Bewegung erzeugte Beharrungsvermögen ins Spiel.

Wenn man bedenkt, daß die veränderliche Heftigkeit der ersten Entzündung des Raketensatzes, die vielfach zu störende Gleichmäßigkeit im Verbrennungsprozesse des Satzes und eine Menge anderer Elemente die Druckkraft des Triebsatzes in Be-

zug auf Größe und Zeitdauer verändern können, so muß an sich schon der Raketenflug weit unsicherer werden, als der Flug der gewöhnlichen Geschosse.

Hierzu kommt noch die nachtheilige Geschoßgestalt der Rakete, eines Cylinders mit einem nach Maßgabe des ausbrennenden Triebsatzes sich verrückenden Schwerpunkte, welcher ohnedieß schon je nach der während des Fluges sich ändernden Lage der Cylinderaxe gegen die horizontale Ebene mit veränderlicher Richtung der Schwerlinie auf das cylindrische Geschoß einwirken würde, nunmehr aber durch seine veränderliche Lage eine um so störendere Einwirkung auf den Raketenflug zu erlangen vermag.

Aus diesen kurzen Andeutungen ersehen wir, daß die Rakete nicht allein ein unvollkommenes, sondern auch ein äußerst schwierig zu behandelndes, unlenksames und launiges Geschoß ist und daß man der Natur der Dinge nach nicht erwarten darf, den Raketenflug so vollkommen regeln zu können, wie dieß bei einfachen kugelförmigen Geschossen in Aussicht steht.

Trotz diesen von der Raketennatur niemals zu trennenden, nur zu mildernden Mängeln, trotz dem, daß man dieses Geschoß wegen seiner Mangelhaftigkeit, Künstlichkeit und Kostbarkeit nur eines vielfach eingeschränkten Gebrauches fähig erachten darf, muß man die Rakete nicht allein als ein in mancherlei Fällen sehr willkommenes und darum sehr wirksames Ersatzmittel betrachten, sondern man findet auch in ihren Eigenthümlichkeiten Elemente zu ungewöhnlicher, durch andere Geschosse nicht erreichbarer Wirkung.

Ein solches Element ungewöhnlicher Wirkung ist die, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, permanente Verbindung des Geschosses mit der bewegenden Kraft und die daraus entspringende Beschleunigung des Fluges. Durch diese Beschleunigung vermag man gegen Ziele, welche die Rakete schon während der Brennzeit ihrer Satzfüllung, d. i. mit beschleunigter Bewegung, erreicht, eine Größe und Form der Stoßwirkung zu erzeugen,

wie mit keinem der einfachen Geschosse. Auf die Stoßwirkung der Rakete folgt in diesem Falle ein nachwirkender, mit dem Widerstande des Objektes gewissermaßen ringender und sich steigernder Druck, welcher die Rakete in Form des Einbohrens in die Materie des Objektes eintreibt. Die Rakete kann daher eine ungewöhnliche Tiefe des Eindringens erreichen.

Man kann diese eigenthümliche Wirkungsform der Rakete durch Verbindung derselben mit aufgesetzter Spitzkappe, mit aufgesetzter Vollkugel oder Granate mannichfach begünstigen und steigern.

Rechnet man zu den hierdurch erreichbaren ungewöhnlichen Resultaten die Möglichkeit, mit den Raketen Entfernungen zu beherrschen, welche von andern Geschossen nicht ohne die größten Uebelstände zu erreichen sind, daß ferner die Raketen eine fast unbeschränkte Freiheit im Gebrauche ihrer Aufstellungen gestatten, so muß man dieselben als ein höchst beachtenswerthes, ungewöhnlicher Leistungen fähiges Geschoß ansehen, dessen weitere Fortbildung der höchsten Sorgfalt würdig ist.

Die Kalibrirung der Raketen, als die gleichzeitige Grundlage der Wirkungsgröße und der Schußweiten, unterliegt gleichen Rücksichten, wie bei andern Geschossen.

Die Konstruktionsdetails sind noch in der Fortbildung begriffen, so daß man die Darstellung der Raketen noch nicht als völlig abgeschlossen erachten kann. Sie bleiben daher hier, wo es nur um Darstellung des Wesens der Sache und der allgemeinsten Prinzipien sich handeln konnte, wie bei den übrigen Geschossen, von der Betrachtung um so mehr ausgeschlossen.

§. 23.

Schluß des Kapitels.

Ueberblicken wir noch einmal den Inhalt dieses Kapitels, so treten uns nachstehende Sätze als die wesentlichsten Prinzipien der Geschoß-Konstruktion entgegen:

1. Die Geschoßwirkung beruht auf der Größe seiner Berührungsfläche mit dem Objekte und der in diese Fläche verpflanzten Kraftäußerung.
2. Je geringer bei gleicher Kraftäußerung diese Berührungsfläche (treffende Fläche) ist, desto intensiver ist die Wirkung.
3. Die Größe der treffenden Fläche (Durchschnittsfläche des Geschosses) wirkt nachtheilig auf die Aeußerung der bewegenden Kraft und auf die Bewegung ein.
4. Die Kraftäußerung des Geschosses ist an die Größe und Eigenthümlichkeiten seines materiellen Inhalts geknüpft.
5. Aus dem Vorigen folgt, daß die höchste Geschoßwirkung erreicht wird, wenn man den größten materiellen Inhalt an die gegebene Berührungsfläche mit dem Objekte (Durchschnittsfläche des Geschosses) knüpft.
6. Daher ist die Kugelgestalt die der größten Geschoßwirkung entsprechende Form des Geschosses.
7. Die Kugelgestalt bietet der bewegenden Kraft die kleinste Angriffsfläche, concentrirt daher dieselbe und steigert somit ihre Wirkung in demselben Maße, sie bietet der Luft und der Materie des Objektes die geringste Widerstandsfläche, begünstigt daher die Bewegung und die eindringende Kraft des Geschosses.
8. Die Dichtigkeit der Geschoßmaterie bedingt den materiellen Inhalt (das Gewicht), und somit die natürliche Grundlage der Wirkungsgröße.
9. Die gleichförmige Dichtigkeit des Geschosses begründet die Gleichheit der Geschoßgewichte, der Wirkungsgröße und ihre Meßbarkeit, so wie die Lage und Einwirkung des Schwerpunktes, also die geregelte Gestalt der Flugbahn.
10. Die Festigkeit der Geschoßmaterie bedingt die Größe der anwendbaren Bewegkraft, die daraus entspringende Flugweite und die Brauchbarkeit des Geschosses zum Stoße gegen feste Objekte.

11. Die Härte der Geschoßmaterie begründet die Unveränderlichkeit seiner Kugelgestalt.

12. Das Gußeisen entspricht diesen materiellen Eigenschaften zum Stoße am meisten.

13. Der Wirkung durch Stoßgewalt wird am meisten, einfachsten und vollkommensten durch die gußeiserne Vollkugel entsprochen.

14. Eine Steigerungsform der Stoßgewalt gegen Truppen, also gegen lebende Ziele ohne innern materiellen Zusammenhang, ist die Theilung der Totalkraft des Geschosses in eine Menge Theile.

15. Der Kartätschschuß ist die einfachste, aber auch roheste Theilung der Totalkraft.

16. Das zerspringende Hohlgeschoß ist eine weit vollkommnere Theilmethode.

17. Das mit kleinen Kugeln gefüllte Hohlgeschoß erscheint als die wirkungsfähigste Theilungsform.

18. Die Kombination der Stoßgewalt und der Sprengwirkung ist durch das gußeiserne Hohlgeschoß gegeben und als eine Steigerung der durch Stoß erzeugten Wirkung zu erachten.

19. Grundbedingungen dieser Kombination sind:
    a. rechtzeitiges Zerspringen des Geschosses,
    b. richtige Größe und entsprechende Heftigkeit der sprengenden Kraft.

20. Die Zündkraft durch Einwirkung einer Flamme auf das Objekt hat große Mängel und Schwächen, welche meistens in der Natur der Flamme begründet sind. Die Kombination eines nach den allgemeinen Prinzipien vollkommenen Geschosses mit der Zündkraft durch Flamme hat daher sehr große und schwer zu beseitigende Schwierigkeiten.

21. Daher sind die Brandkugeln sehr unvollkommene Geschosse mit ungenügender Trefffähigkeit, Fernwirkung und Zünd-

kraft, die Brandbomben (Brandgranaten) zwar bessere Geschosse, aber desto schlechtere Zündmittel.

22. Die Zündkraft durch Glühhitze ist sehr groß und zuverlässig.

23. Daher ist die glühende Kugel (eiserne Vollkugel) ein sehr wirksames und vollkommenes, zuweilen aber sehr unbequemes Zündgeschoß.

24. Die Brandrakete, eine Kombination der Zündung durch Flamme mit den Eigenthümlichkeiten der Raketen, hat die Schwächen der Flamme, als Zündmittel, und der Rakete, als Geschoß, dagegen auch die eigenthümlichen Vorzüge der Rakete und kann daher in gewissen Fällen als ein sehr willkommenes Brandgeschoß angesehen werden.

25. Die Verbindung der Leuchtkraft mit dem Geschoß ist eben so sehr mit der Natur des Lichtes, als mit dem eigentlichen Zwecke der Leuchtkraft, die zu beleuchtenden Objekte zu erhellen, im Widerstreite, liefert daher nur ungenügende Lichtstärken und statt beleuchteter Objekte mehr oder weniger verworrene Schattenbilder.

26. Die bisher übliche Leuchtkugel ist deshalb als Geschoß eben so unvollkommen, als die Brandkugel, als Leuchtmittel aber höchst ungenügend und unzuverlässig.

27. Die Leuchtraketen mit Fallschirm sind noch mangelhafter.

28. Raketen mit allmählig während der Flugzeit auszustoßendem Leuchtkugel-Versatz gewähren kein genügendes und besseres Leuchtmittel und ersetzen diese Schwäche nicht durch eine befriedigende Zuverlässigkeit und Sicherheit des Fluges.

29. Die Leuchtkraft durch zurückgeworfenes Licht zu erzeugen, ist die mit der Natur des Lichtstoffes und dem Zweck der Beleuchtung gleich sehr übereinstimmende Methode, deren Fortbildung zu den genügendsten Resultaten führen wird.

30. Elemente dieser Leuchtmethode sind:

a. Große Intensivität und Menge des zurückzuwerfenden Lichtstoffes.

b. Konzentrirung der in die Ferne zu lenkenden Lichtstrahlen, Verhinderung aller vermeidlichen Diffusion des Lichtstrahles.

c. Hinlängliche Dauer und Lenkbarkeit der Lichtwirkung.

d. Richtige Gestalt und möglichste Glätte der Reverberen.

e. Lenkbarkeit derselben bei stets richtiger Stellung zur Lichtquelle.

31. Die Raketen sind ihrer Gestalt und Konstruktion nach als unvollkommene und unsichere Geschosse zu erachten.

32. Die Eigenthümlichkeiten der Rakete, welche durch ihre materielle Verbindung mit der bewegenden Kraft, durch die daraus entspringende Beschleunigung ihrer Bewegung und durch die innerhalb der Grenzen dieser Beschleunigung gegebene Wirkungsform der Raketen gegeben sind, können ungewöhnliche, sonst nicht erreichbare Wirkungen begründen.

33. Die große Unabhängigkeit der Rakete von den an die Position sich knüpfenden Schwierigkeiten kann ein sehr beachtenswerther Vorzug sein und die Raketen zu einem höchst werthvollen Geschoß machen.

34. Die Kostbarkeit der Rakete und ihre Mängel sind beschränkende Elemente ihres Gebrauches.

Die vorstehenden Kriterien der Geschoßkonstruktion, dem Wesen der Dinge entnommen, sind bestimmt, den Maßstab für den Standpunkt der heutigen Geschoßkonstruktion abzugeben, so wie den von derselben eingeschlagenen Weg anzudeuten. Wir können uns nunmehr der Geschoßwirkung um einen weitern Schritt nähern, indem wir das bewegte Geschoß betrachten.

Drittes Kapitel.

Das bewegte Geschoß.

§. 24.

Einleitende Erörterungen.

Die Bewegung des Geschosses ist nicht allein als das vermittelnde Element seiner Einwirkung auf entfernte Objekte anzusehen, sondern man gebraucht sie auch in allen Fällen, wo die Geschoßwirkung durch Stoß begründet wird, als einen wirkenden Faktor.

Schon aus diesem Grunde erscheint es nicht naturgemäß und als der wissenschaftlich begründete, gerade Weg, die Bewegung isolirt vom Geschoß zu betrachten, wie dieß bisher üblich gewesen; noch naturwidriger ist es, die Natur der Geschoßbahn aus der Bewegung eines schweren Körpers im lichtleeren Raume durch Vergleich ihrer Verschiedenheiten ableiten zu wollen, indem man durch die Gesetze der parabolischen Linie sich der Flugbahn im lufterfüllten Raume (ballistischen Linie) um nichts näher gerückt hat.

So wie man die Bewegung niemals vom Körper losreißen kann, weil Bewegung ohne Körper nicht denkbar ist, so wie man demnach die Schwerkraft nicht aus den Elementen der Bewegung abscheiden kann, so kann man auch den Lichtwiderstand nicht aus dem Begriffe der Bewegung reißen, ohne zu unhaltbaren Grundbegriffen zu gelangen. Ist es in der Absicht geschehen, den Einfluß des Luftwiderstandes deutlich herauszufühlen, so würde man zu ganz demselben Resultate auf dem direkten Wege gelangt sein und wollte man in den aus der

Vergleichung mit der Parabel sich ergebenden Unterschieden ein Maß des Luftwiderstandes und die Gesetze seiner Gestaltung ableiten, so lehrt die Erfahrung, daß man sich täuschte und zu falschen, schädlichen Resultaten gelangte. Denn es ist bekannt, daß die Geschosse der Wirklichkeit außer der Schwerkraft und dem Luftwiderstande noch unter andern bedingenden Elementen ihrer Bewegung stehen, daß die Geschwindigkeit, mit welcher sie ihre Bewegung beginnen, sobald sie das Geschütz verlassen haben und die Richtung, in welcher sie wirklich abgehen, eben so veränderlich und bisher ungenau bekannt waren, als sie einflußreich auf die Gestalt der Flugbahn sein müssen.

Es erscheint daher in der Natur der Sache begründet, wenn wir das bewegte Geschoß unter dem Einflusse des Luftwiderstandes und der Schwerkraft als die Grundlage unserer Betrachtungen annehmen, hieraus die Natur der Flugbahn entwickeln und demnächst alle Elemente zur Erörterung bringen, welche nicht unmittelbar der Bewegung der Körper angehören, aber auf die Flugbahn der Geschosse einen störenden Einfluß gewinnen.

Diese Elemente können nur in dem Umstande zu suchen sein, daß das Geschoß, wie man es in der Wirlichkeit darzustellen vermag, nicht vollkommen den von der Bewegung gebotenen Bedingungen entspricht; sie entspringen demnach aus den Unregelmäßigkeiten der Gestalt und der materiellen Erfüllung des Geschoßkörpers.

Wir werden aus den spätern Betrachtungen kennen lernen, daß nicht der Schwerpunkt des Geschosses die Flugbahn beschreibt, sondern ein Punkt, der zwischen dem Schwerpunkte und Mittelpunkte des Geschosses zu suchen ist und welcher der Rotationspunkt genannt zu werden verdient.

Im Kapitel über das Geschoß sind bereits die Einwirkungen, welche die Gestalt und Größe, so wie die materielle Beschaffenheit des Geschosses auf dessen Bewegung und Wirkung

auszuüben vermögen, angedeutet worden, wir dürfen daher bei der vorliegenden Betrachtung voraussetzen, daß das wirkliche Geschoß in derjenigen mit der wirklichen Materie vereinbaren Vollkommenheit dargestellt ist, welche den Konstruktionsprinzipien des vorigen Kapitels möglichst nahe entspricht. Wir setzen mithin ein Geschoß voraus, welches mit der Kugelgestalt eine wenig ungleiche materielle Dichtigkeit hat, so daß der Schwerpunkt nicht sehr weit aus dem Mittelpunkte liegt.

Auf diese Grundlage hin betrachten wir nunmehr das bewegte Geschoß von dem Augenblicke an, wo die Bewegung entsteht, bis zu deren Ende und erforschen zunächst diejenigen Elemente, welche auf die Bewegung des Geschosses unmittelbar einwirken und zwar unabhängig von der bewegenden Kraft dastehen, wenn sie auch in vielfache Wechselwirkungen mit derselben treten. Diese Elemente stören und bedingen die Wirkung der bewegenden Kraft, die Gestalt und Größe der Flugbahn, ihr Einfluß muß daher zuerst erwogen werden, bevor wir die Flugbahn durch die bewegende Kraft und deren Grundelemente, Größe und Richtung, regeln können. Jene Elemente sind aber, wie sie der Reihe nach zur Wirkung gelangen: die Rotation des Geschosses, die Wirkung des Luftwiderstandes und die Wirkung der Schwerkraft.

Haben wir endlich unter dem Einflusse dieser Elemente die Flugbahn des Geschosses durch die bewegende Kraft geschaffen und geregelt, so tritt die Flugbahn als ein Element der Wirkung für die weitern Erörterungen auf.

Wir können auch hier nicht darauf eingehen, die sich ergebenden Prinzipien mit Angaben zu vermischen, welche sich auf die Resultate der Praxis dieser oder jener bestehenden Geschützkonstruktionen und Artilleriesysteme beziehen, sondern verweisen solche Angaben, als den Inhalt artilleristischer Erfahrungslehren, an die ihnen zugehörigen Orte.

§. 25.

Die Rotation des Geschosses.

Wenn eine bewegende Kraft auf einen Körper einwirkt und die Materie desselben ist so fest und starr, daß seine Gestalt durch die Einwirkung der Kraft nicht mehr geändert werden kann, so darf man sich vorstellen, daß sich die bewegende Kraft, welcher Art sie immerhin sein mag, gleichmäßig über die auf der Richtung der bewegenden Kraft senkrecht stehende Durchschnittsfläche des zu bewegenden Körpers vertheilt, oder mit andern Worten, man kann sich die bewegende Kraft als ein von parallel wirkenden Kraftelementen gleichmäßig erfülltes Prisma vorstellen, dessen Grundfläche mit der genannten Durchschnittsfläche des Körpers gleiche Größe und Gestalt hat und welches in derjenigen Richtung wächst, in welcher die Kraft auf den Körper einwirkt. Durch dieses Wachsen oder Ausdehnen des Kraftprisma's wird der dieser Ausdehnung entgegentretende Widerstand mit einer der ausdehnenden Gewalt entsprechenden Kraft und Schnelligkeit fortgeschoben, oder fortgeschleudert.

In die Durchschnittsfläche des zu bewegenden Körpers ist der Widerstand desselben, die Wirkung seiner Materie, seine Masse, sein Gewicht und zwar nach Maßgabe der materiellen Dichtigkeit in entsprechender Vertheilung über diese Fläche eingepflanzt. Bei gleichförmiger Dichtigkeit wird daher die Durchschnittsfläche in allen gleich großen Flächenelementen je nach ihrem Abstande von dem Mittelpunkte des Körpers, wenn derselbe regelmäßig gestaltet ist, gleich große Gewichte vertreten, so daß z. B. bei der Kugel die Durchschnittsfläche vom Mittelpunkte aus nach allen Seiten mit gleichmäßig nach dem Umfange der Kugel hin abnehmenden Gewichten belastet ist.

In der Wirklichkeit ist aber die Dichtigkeit nicht gleichförmig, namentlich ist sie im speziellen Bezuge auf unsere kugelförmigen Geschosse nicht vom Mittelpunkte des Geschosses nach dessen Umfange hin weder gleichförmig, noch ist sie in einer

gleichförmig geregelten Ab= oder Zunahme vom Mittelpunkte nach dem Umfange hin gestaltet.

Die Durchschnittsfläche der wirklichen Geschosse ist daher vom Mittelpunkte nach dem Umfange hin ungleichförmig abneh= mend belastet, so daß die vom Mittelpunkte in gleicher Entfer= nung liegenden Flächenelemente der bewegenden Kraft einen un= gleichen Widerstand entgegensetzen.

Da nun aber alle gleich großen Flächenelemente von der bewegenden Kraft einen gleich großen Druck oder Stoß empfan= gen, so werden die leichter belasteten Elemente ein früher ent= stehendes und größeres Bestreben, sich fortzubewegen, empfangen, als die schweren.

Halten sich nun, wie dieß beim wirklichen Geschoß der Fall ist, die in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte, aber auf ent= gegengesetzten Seiten desselben einander diametralen Flächenele= mente wegen ihrer ungleichen Belastung nicht das Gleichgewicht, so werden die leichtern Flächenelemente als die stärker bewegten auch ihre Bewegung früher zu beginnen suchen und wenn sie durch den materiellen Zusammenhang mit den schwerern Ele= menten an der Bewegung vorwärts in der Richtung der bewe= genden Kraft gehindert sind, so werden sie sich, indem sie der bewegenden Kraft auszuweichen suchen, um einen zwischen ihnen und den schwerern Elementen gelegenen Punkt drehen müssen *).

Hieraus folgt, daß sich die Durchschnittsfläche des wirk=

---

*) Hierbei ist zu bemerken, daß die Geschosse auch in dem Falle rotiren müssen, wenn der Schwerpunkt und Mittelpunkt zusammenfallen, wenn also in der Geschoßmaterie eine gleichförmige Dichtigkeit in gleichen Abständen vom Mittelpunkte Statt findet, sofern man eine solche An= nahme für wirkliche Geschosse machen wollte.

Diese Rotation koncentrischer Geschosse muß durch die Reibung des Geschosses an der untern Seelenwand erzeugt werden, mithin um so stärker ausfallen, je schwerer das Geschoß auf der untern Seelenwand lastet, je größer also das Kaliber ist. Denn es ist klar, daß die Reibung zwischen dem Geschoß und der untern Seelenwand die Bewe=

lichen Geschosses wegen ihrer ungeregelten Belastung, sobald sie die Bewegung beginnt, gleichzeitig um eine Linie drehen muß, in welcher alle Drehpunkte für die verschieden belasteten correspondirenden Flächenelemente liegen. Diese Linie kann natürlich nur eine gerade sein und mag Rotationsaxe heißen. Die Lage dieser Rotationsaxe ist durch die Bedingung gegeben, daß die um sie schwingenden Massen, Gewichte, gleich große Schwungmomente bilden. Diese Schwungmomente sind die Produkte der schwingenden Massen in die ihnen zukommenden Schwingungsradien.

Wäre die Materie des Geschosses so weich und fügsam, daß sie, ohne dabei getrennt, auseinander gerissen zu werden, ihre Dichtigkeit und Textur unter dem Einflusse der Schwungmomente zu ändern vermöchte, so würde sie sich in gleichen Abständen mit gleicher Dichtigkeit um die Rotationsaxe schichten, so daß die gleichen Schwungmomente nicht allein gleiche Schwingungsradien, sondern auch gleiche schwingende Massen mit gleich großen Schwungflächen zu Faktoren erhalten würden. (Beiläufig bemerkt würden die Geschosse unter dieser Bedingung während des Fluges eine sphäroidische, an den Polen, den Endpunkten der Rotationsaxe, abgeplattete Gestalt annehmen.)

---

gung des erstern über die letztere hin im Vergleiche mit den Theilen des Geschosses, welche die Nebenwände nicht berühren, wesentlich erschwert.

Allein diese Rotation koncentrischer Geschosse kann selbstredend nur eine koncentrische, um den Mittelpunkt erfolgende, sein, sie wird deshalb auch nicht die Wirkung der ihr entgegenstehenden excentrischen haben und demnach kann sie auch keine Ablenkung der Geschoßbewegung aus der Richtung der bewegenden Kraft nach sich ziehen. — Sie wird deshalb auch nicht, wie die excentrische Rotation, im Vereine mit dem Einflusse des Spielraumes, wie sich später zeigen wird, auf die Anschläge des Geschosses im Geschützrohre hinwirken.

Wir haben sonach die koncentrische Rotation von der excentrischen wohl zu unterscheiden, wenn auch die erstere in der Wirklichkeit streng genommen nicht zum Vorschein kommen kann.

Dieß ist aber bei der Starrheit unsrer Geschosse nicht mehr möglich, so daß bei ihnen also auch nicht angenommen werden kann, daß der Schwerpunkt des Geschosses in diese Rotationsare fallen wird.

Ginge die Rotationsaxe durch den Schwerpunkt, so würden gleich große schwingende Massen mit ungleichen Schwungflächen und Schwingungsradien in Verbindung treten, mithin ungleiche Schwungmomente erzeugen.

Ginge dagegen die Rotationsaxe durch den Mittelpunkt des Geschosses, so würden gleiche Schwingungsflächen und gleiche Schwingungsradien mit ungleichen Gewichten kombinirt eben so ungleiche Schwungmomente zum Vorschein bringen. Beides widerstreitet dem Gesetze des Gleichgewichtes, nach welchem alle mit einander in Wechselwirkung tretenden Kräfte streben, wobei sie einander entweder aufheben oder in eine mittlere Kraft zusammenschmelzen.

Die Rotationsaxe wird sonach beim wirklichen Geschoß zwischen dem Mittelpunkte und Schwerpunkte des Geschosses dasselbe durchschneiden.

Je ungleichförmiger die Belastung der zu beiden Seiten der Rotatiosare liegenden, correspondirenden Flächenelemente ist, je weiter also Schwerpunkt und Mittelpunkt auseinander liegen, desto näher wird die Rotationsaxe an den Schwerpunkt herantreten, ohne jemals in denselben fallen zu können, je gleichförmiger dagegen die Dichtigkeit wird, je näher sich Schwerpunkt und Mittelpunkt des Geschosses liegen, desto mehr nähert sich die Rotationsaxe dem letztern und fällt dann in den Mittelpunkt selbst, wenn die Dichtigkeit gleichförmig wird, wenn also auch der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte zusammenfällt.

Aus den vorstehenden Erörterungen folgt daher:

1. Die Rotation des wirklichen Geschosses ist die nothwendige und beständig eintretende Folge der ungleichförmigen Dichtigkeit seiner materiellen Erfüllung.

2. Die Rotation erfolgt nicht um eine durch den Schwerpunkt oder durch den Mittelpunkt des Geschosses gehende Linie, Axe, sondern die Rotationsaxe geht zwischen beiden Punkten durch das Geschoß.

3. Je weiter Schwerpunkt und Mittelpunkt auseinander liegen, desto mehr nähert sich die Rotationsaxe dem Schwerpunkte, ohne aber jemals in denselben einzufallen; je näher dagegen beide Punkte sich rücken, desto mehr rückt die Rotationsaxe dem Mittelpunkte näher und fällt mit dem Schwerpunkte gleichzeitig in denselben ein.

Bei der großen Unbeständigkeit der wirklichen Materie, bei der Unmöglichkeit, in einem wirklichen Geschosse die Belastung der Durchschnittsfläche zu ergründen und danach die schwingenden Massen zu bestimmen, würde die Aufstellung einer Formel für die Lage der Rotationsaxe durchaus keinen praktischen Werth gewinnen können, sie würde nicht einmal einen Näherungswerth für die Größe des Einflusses, den die Lage dieser Axe haben kann, abzugeben vermögen.

So lange man nicht weiß, in welchem Verhältnisse das flüssige Gußeisen beim allmähligen Erstarren dem hydrostatischen Drucke und andern dabei mitwirkenden Elementen unterworfen ist, so lange wird man über die im Geschoß herrschende Dichtigkeit im Unklaren bleiben. Ist erst dieses Problem gelöst, dann wird jene Formel einen praktischen und wissenschaftlichen Werth gewinnen und bis dahin kann ihre Aufstellung mit Fug und Recht als überflüssige Mühe erachtet werden.

Nachdem wir nunmehr erwiesen haben, daß das Geschoß von Hause aus seine Bewegung rotirend antritt, daß die Rotation nicht um den Schwerpunkt oder Mittelpunkt erfolgen kann, sondern ihre Axe zwischen beiden Punkten liegen hat, so haben wir den Einfluß der Rotation auf die Bewegung, auf die Flugbahn und auf die Geschoßwirkung als nächste Frage zu erörtern.

§. 26.

Einfluß der excentrischen Rotation.

Es bedarf keiner weitern Darlegung, daß derjenige Theil der bewegenden Kraft, welcher auf die Drehung des Geschosses, auf Rotation hinwirkt, für die beabsichtigte Bewegung des Geschosses verloren gegangen ist.

Die Rotation schwächt demnach die Wirkung der bewegenden Kraft.

Blicken wir aber weiter, so ergibt sich, daß das rotirende Geschoß nicht in der Richtung der bewegenden Kraft seinen Weg antreten kann, sondern daß es der Einwirkung der bewegenden Kraft nach derjenigen Seite hin auszuweichen strebt, nach welcher seine Drehung erfolgt, denn nach dieser Seite hin wirkt der größere Theil der bewegenden Kraft, deren Ueberschuß die Drehung erzeugt.

Lag daher der Schwerpunkt des Geschosses beim Beginn der Bewegung unten, so wird der obere leichtere Theil der Durchschnittsfläche nach vorn und herunter gedrückt, das Geschoß demnach von Hause aus gesenkt werden und somit in einer von der Richtung der bewegenden Kraft nach unten divergirenden Richtung fortgeschleudert. Lag der Schwerpunkt oben, so tritt der entgegengesetzte Fall ein und aus denselben Gründen wird das Geschoß bald nach der einen oder nach der entgegengesetzten Seite ausweichen, je nachdem der Schwerpunkt auf der einen oder andern Seite sein Lager hatte.

Wir sehen hier noch von dem Einflusse der Rotation im Geschützrohre ab und werden später darauf zurückkommen, dennoch wird sich hier schon klar herausstellen, daß die Rotation nachtheilig auf die Größe der bewegenden Kraftäußerung und auf die Richtung der Bewegung einwirken, daß sie also auch die Flugbahn wesentlich bedingen muß.

Man kann es daher keineswegs als einen praktischen Vortheil ansehen, daß die Lage des Schwerpunktes oben eine grö-

ßere Schußweite erzeugen wird, denn einmal würde man dieß ohne Rotation viel geregelter und sicherer durch Elevation oder größere Ladung erreichen können, weil die Lage des Schwerpunktes zwar nach oben gelenkt, aber niemals genau abgemessen werden kann, anderntheils ist zu bedenken, daß die Rotation im Vereine mit dem Spielraume auf die so nachtheiligen Anschläge des Geschosses im Rohre und zwar um so mehr einwirkt, als die Elevationen abnehmen, die Ladungen wachsen und die Rohrlängen zunehmen, so daß nicht allein die Flugkraft des Geschosses dadurch bedeutend geschwächt, jener Vortheil einer größern Schußweite mithin verloren und zum Gegentheile gekehrt werden, wie sich dieß in der Praxis bei zu langen Kanonen mehr oder weniger bestätigt, sondern auch die Richtung des Geschosses bedeutende Störungen erleiden kann.

Wir begnügen uns hier vor der Hand damit, erwiesen zu haben, daß die Rotation störend auf die Richtung des Geschoßfluges einwirkt.

Denken wir uns nunmehr das Geschoß von der Einwirkung der bewegenden Kraft losgerissen, außerhalb des Geschützrohres angelangt und verfolgen dasselbe auf seinem Fluge, wie dasselbe im gleichgewichtigen Spiele seiner um die Rotationsaxe schwingenden Materie den lufterfüllten Raum durchschneidet, so werden wir keinen Umstand entdecken, welcher jenes gleichgewichtige Rotiren der Schwungmassen stören und ändern könnte. Das rotirende Geschoß setzt wegen seiner Kugelgestalt der Luft stets eine gleich große, die Durchschnittsfläche, entgegen, für den Luftwiderstand ist es also gleich, ob das Geschoß rotirt oder nicht. Eben so wenig möchte die Reibung des rotirenden Geschosses an den Lufttheilchen in Betracht kommen können.

Die Rotation hat demnach auf die Größe und Richtung des Luftwiderstandes keinen Einfluß.

Auch die Schwerkraft kann auf das rotirende Geschoß nicht anders, wie auf ein nicht rotirendes einwirken, indem die Wir-

kung der Schwerkraft beim rotirenden Geschoß eben so mit der Rotationsaxe in Verbindung tritt, wie beim nicht rotirenden mit dem Schwerpunkte. Dies ist schon deshalb klar, weil die Bewegung unter dem Einflusse der Schwerkraft beginnen, die Rotationsaxe demnach von Hause aus unter ihrer Einwirkung sich bilden, mit der Schwerkraft daher eben so, wie mit der bewegenden Kraft, der bewegten Masse und dem Luftwiderstande in Verbindung treten mußte.

Die Rotation ändert die Wirkung der Schwerkraft eben so wenig, als sie selbst durch dieselbe gestört werden kann.

Es folgt mithin hieraus, daß die Rotation während des Fluges weder gestört, noch in ihrem Einflusse, den sie von Hause aus auf die Flugbahn durch die Veränderung der Richtung äußern mußte, geändert werden kann.

Betrachten wir nunmehr das rotirende Geschoß in seiner Wirkung gegen das Objekt, also in dem Falle, wenn es noch bewegt ist in dem Augenblicke, wo es das Objekt trifft. Es ist in diesem Falle einleuchtend, daß die Wirkung der Rotation nur dann in Betracht kommen kann, wenn es sich um Eindringen in sehr feste Objekte, also um einen ungewöhnlichen Stoß handelt, denn wo die Geschoßwirkung nicht auf dieser bedeutenden Stoßkraft beruhet, da wird auch die Rotation keinen sehr bedeutenden Einfluß gewinnen, es müßte denn sein, daß die Streuung der Stücke bei einem mit der schwächsten, eben hinreichenden Sprengkraft geladenen Hohlgeschosse dadurch einigermaßen berührt werden könnte, was sich so lange nicht mit ausreichender Bestimmtheit würdigen lassen wird, so lange wir nicht im Stande sein werden, die Rotation beliebig abzustufen und zu verbannen. Wie die Sachen jetzt stehen, würde man von der Streuung des im Zustande der Ruhe zersprengten Hohlgeschosses durchaus nicht auf den Einfluß der Rotation beim Zer-

springen zurückschließen dürfen, weil beim rotirenden Geschoß die Bewegung ein mächtig auf die Streuung einwirkendes Element ausmacht. Ueberdieß müssen wir hier gleichzeitig darauf hinweisen, daß mit der abnehmenden Flugkraft des Geschosses auch die Rotationsgeschwindigkeit abnimmt, also auch am Ende der Flugbahn an Einfluß verliert. Sobald daher das Geschoß in der Nähe des Objektes keiner sehr bedeutenden Stoßgewalt mehr bedarf und hiernach so fortgeschleudert worden ist, daß es mit einer geringen Geschwindigkeit das Ziel erreicht, so wird man auch vom Einflusse der Rotation abzusehen berechtigt sein.

Anders verhält es sich aber, wo das Geschoß mit großer Triebkraft gegen ein sehr festes Objekt stoßen soll und namentlich, wo diese große Triebkraft in der bedeutenden Geschwindigkeit des Geschosses mehr, als in der Größe desselben begründet ist.

So wie ein solches Geschoß mit großer Geschwindigkeit, also auch sehr heftiger Rotationsgeschwindigkeit auf das feste Objekt trifft und in die Materie desselben einzudringen strebt, so wird die Rotation in ihrem Fortgange in vielfacher Beziehung gestört und zwar namentlich durch den heftigen Stoß, durch den auf die Durchschnittsfläche des Geschosses, mit einer ungemeinen und plötzlich eintretenden, so wie außerordentlich schnell zunehmenden, Steigerung einwirkenden Widerstand der Materie und durch die bedeutende Reibung, welche das ins Objekt eindringende Geschoß an der umgebenden Materie des Geschosses erleidet.

Die Rotation wird unter dem Einflusse dieser erschwerenden Umstände einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Tiefe und Richtung des Eindringens zu äußern vermögen. Sie kann beim Stoße des Geschosses gegen das Objekt je nach der Heftigkeit, Kürze und Richtung des Stoßes nicht allein bedeutend erschwert, sondern sogar gestört und völlig umgekehrt, ja sie könnte sogar bei sehr elastischen Materien in die entgegengesetzte Richtung zu-

rückgelenkt werden, wenn die Geschwindigkeit des Geschosses für eine solche Umkehrung nicht viel zn groß wäre. In welchem Grade nun auch diese Rückwirkung des Objektes auf die Rotation erfolgt, so viel ist klar, daß die Störung der Rotation nicht allein mit einer bedeutenden Schwächung der Triebkraft, sondern auch mit einer merklichen Ablenkung des Geschosses aus der Richtung des Stoßes verbunden sein muß.

Je mehr die Geschwindigkeit im Verhältnisse zur Masse des Geschosses den überwiegenden Bestandtheil der Stoßkraft ausmacht, wie dieß bei kleinern Kalibern der Fall ist, desto größer wird dieser schwächende und störende Einfluß der Rotation auf die Größe und Richtung des Stoßes zum Vorschein kommen müssen.

Es sei erlaubt, hier auf das an Erscheinungen der Stoßwirkungen eben so reiche als belehrende Billardspiel aufmerksam zu machen, bei welchem der geübte Billardspieler durch die verschiedenartigsten Nüancirungen des Stoßes, durch lange, druckartig wirkende, durch kurze, schnellende, durch concentrische, excentrische und schiefe Stöße die Bewegung des Spielballes dergestalt zu regeln weiß, daß derselbe nach dem Stoße auf den ruhenden Ball in der Richtung des Stoßes mehr oder weniger nachläuft, stehen bleibt, zurückläuft oder auch mehr oder weniger nach dem Stoße aus der Richtung desselben abgelenkt wird. Hier tritt die Wirkung der Rotation und des excentrischen Stoßes, der drückenden und schnellenden Stöße in den reichhaltigsten und überraschendsten Formen zu Tage. Eben so erklären sich die schiefen Abschläge von den Banden durch die Excentrizität des Stoßes, oder durch Unrichtigkeit der Banden, oder endlich durch Umkehrung der Rotation.

Diese Erscheinungen belehren uns durch praktische Belege über die reichhaltigen Formen des Stoßes und der dagegen erfolgenden Rückwirkung und wir werden nunmehr um so leichter ermessen, welchen ungemeinen Einfluß die Rotation auch in dem

Falle gewinnen wird, wo das Geschoß vor dem Ziele auf den Boden schlägt oder schlagen soll, wie abhängig und verschieden sich die spätern Sprünge des Geschosses je nach der Richtung des Aufschlages, der Beschaffenheit des Aufschlagpunktes ꝛc. gestalten müssen und zwar um so mehr, je kleiner das Kaliber der Geschosse, je größer seine Geschwindigkeit war. Die merkwürdigsten Sprunggestalten, die überraschendsten Ablenkungen und auffallende Verkürzungen oder Vergrößerungen der Schußweiten sind die natürlichen und regellosen Folgen der hier zu Einfluß gelangenden Elemente.

Wir gelangen somit zu nachfolgenden Schlüssen:

1. Die Rotation schwächt die Stoßkraft der Geschosse bedeutend.
2. Die Rotation übt einen nachtheiligen Einfluß auf die Richtung des Stoßes und des Eindringens aus.
3. Diese nachtheilige Wirkung der Rotation beherrscht auch die Sprunggestalten und die Richtung derselben, wenn das Geschoß vor dem Ziele Aufschläge macht und machen soll.
4. Der Einfluß der Rotation in den vorstehenden Beziehungen tritt um so stärker hervor, je heftiger der Stoß und der Widerstand gegen denselben war, je kleiner das Kaliber des Geschosses und je größer seine Geschwindigkeit vor dem Stoße ist.

§. 27.

Uebersicht der Rotationswirkung.

Es sei hier gestattet, das über die Rotation Gesagte in kurzer Wiederholung zusammenzustellen, um einen Ueberblick über das Wesen und den Einfluß derselben zu gewinnen und dadurch zu einem Gesammtschlusse über dieselbe zu gelangen, welcher für die nachfolgenden Betrachtungen, namentlich für die Konstruktion der Geschosse und Geschütze, so wie für die Behandlung und Benutzung der Rotation als leitendes Prin-

zip zu betrachten sein wird. — Es haben sich im Vorhergehenden folgende Schlüsse entwickelt:

1. Die Rotation ist eine nothwendige und beständig eintretende Folge der ungleichförmigen Dichtigkeit der wirklichen Geschosse und kann deshalb nicht umgangen werden.
2. Die Rotation erfolgt nicht um eine durch den Schwerpunkt oder Mittelpunkt des Geschosses bestimmte, sondern um eine zwischen beiden Punkten das Geschoß durchschneidende Axe.
3. Je ungleichförmiger die Dichtigkeit des Geschosses ist, desto mehr entfernt sich die Rotationsaxe vom Mittelpunkte nach dem Schwerpunkte hin, desto nachtheiliger und größer sind mithin auch die nachfolgenden Einflüsse der Rotation.
4. Die Rotation schwächt die Wirkung der bewegenden Kraft in Bezug auf die beabsichtigte Bewegung des Geschosses.
5. Die Rotation lenkt die Richtung des Geschoßfluges aus der durch die bewegende Kraft beabsichtigten Richtung nach derjenigen Seite ab, wo der Schwerpunkt beim Beginn der Bewegung lag.
6. Sie erzeugt die Anschläge des Geschosses im Geschützrohre.
7. Die Vergrößerung der Schußweite durch die nach oben gerichtete Lage des Schwerpunktes im Geschützrohre ist kein zuverlässiges praktisches Hilfsmittel, sondern würde viel zweckmäßiger durch größere Ladung oder Erhöhung erreicht werden, wenn die Rotation wegfallen könnte.
8. Die Rotation hat keinen Einfluß auf die Gestaltung des Luftwiderstandes, noch wird sie durch denselben gestört.
9. Dasselbe gilt von der Beziehung der Rotation zur Schwerkraft.
10. Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt gleichzeitig mit der Geschwindigkeit des Geschosses und in demselben Maße ab und wird endlich mit derselben im selben Augenblicke zu Null.

11. Die Rotation übt einen sehr schwächenden Einfluß auf die Stoßkraft aus.
12. Sie lenkt die Richtung des Stoßes, also auch des Eindringens, merklich ab.
13. Eben so nachtheilig ist sie, wenn das Geschoß vor dem Ziele Aufschläge macht oder machen soll, für die regelrechte Gestalt und Weite der Sprünge, so wie für die Richtung derselben.
14. Der nachtheilige Einfluß der Rotation tritt um so stärker hervor, je heftiger der Stoß des Geschosses und je stärker der Widerstand dagegen ist, je größer die Geschwindigkeit des Geschosses vor dem Stoße und je kleiner das Kaliber war.

Hieraus ergeben sich nunmehr folgende Schlußsätze:

I. Die Rotation ist der Trefffähigkeit und Wirkung der Geschosse nachtheilig.
II. Sie tritt der Haltbarkeit der Geschosse und Geschützröhre entgegen.
III. Sie spricht, wo es auf bedeutende Stoßgewalt ankommt, gegen die Anwendung kleiner Kaliber mit sehr großen Geschoßgeschwindigkeiten.
IV. Sie tritt überhaupt der Anwendnng großer Ladungen und sehr langer Geschützröhre entgegen.
V. Die Rotation muß daher aufs Aeußerste bekämpft oder geregelt werden.

§. 28.

Der Luftwiderstand.

Wenn man sich vorstellen wollte, daß weder der Luftwiderstand noch die Schwerkraft auf das bewegte Geschoß einwirkten, so würde man zu folgendem Schlusse gelangen:

Sobald die bewegende Kraft ihre Wirkung, ihren Stoß auf das Geschoß vollendet hat, dasselbe mithin eben die Mün-

dung unsrer Geschützröhre verläßt und von der fernern Einwirkung der bewegenden Kraft sich losreißt, so hat es eine Geschwindigkeit erreicht, welche wir die Anfangsgeschwindigkeit nennen. Mit dieser Geschwindigkeit tritt das Geschoß seinen Weg in derjenigen Richtung an, in welche es durch die Rotation aus der Richtung der bewegenden Kraft abgelenkt worden ist und zwar, wenn man sich die Schwerkraft hinwegdenkt, in einer geradlinigen Richtung. Wenn nun das Geschoß bei seiner Bewegung durch die Luft von dieser keinen Widerstand erführe, so bliebe auch die Geschwindigkeit ungeändert, d. h. das Geschoß gelangte am Ziele mit der unverminderten Anfangsgeschwindigkeit an, wie weit auch dieses Ziel entfernt sein möchte, denn man würde auch mit der geringsten Geschoßgeschwindigkeit Entfernungen von unendlicher Größe beherrschen können.

Unter diesen Voraussetzungen erhielte man demnach eine geradlinige Flugbahn von gänzlich unbestimmter, unendlicher Länge.

Zieht man nunmehr die körperliche, raumerfüllende Existenz der Luft ins Spiel, dann muß eine fortgesetzte Verminderung der Anfangsgeschwindigkeit eintreten, diese Verminderung muß im Laufe einer kürzern oder längern Flugzeit die Geschwindigkeit des Geschosses zu Null machen d. h. wir erhalten, die Schwerkraft hinweggedacht, eine geradlinige Flugbahn von endlicher Länge und zwar unter der allgemeinen Bedingung, daß die größere Geschoßgeschwindigkeit einer längern Abnahme bis zum Nullpunkte fähig sein wird, als die geringere Anfangsgeschwindigkeit, daß mithin die Entfernungen und Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) in Wechselwirkung treten.

Diese allgemeine Bedingung zwischen den Anfangsgeschwindigkeiten und dem Luftwiderstande erleidet jedoch in der Wirklichkeit eine sehr bedeutende Einschränkung, welche in der Natur der Luft ihre Ursache findet.

Um die Natur des Luftwiderstandes näher zu würdigen,

müssen wir uns das Wesen des Luftkörpers, so weit es hier von Einfluß sein kann, vor Augen führen.

Die Luft ist ein elastisch-flüssiger Körper d. h. ein Körper, welcher das Bestreben hat, sich bis ins Unendliche auszudehnen und zu verdünnen, wenn er nicht darin gehindert wird, welchem daher kein bestimmtes Volumen, keine bestimmte Dichtigkeit, kein feststehendes Gewicht zukommt. Die Luft würde daher den unendlichen Raum um den Erdball in gleicher Dichtigkeit erfüllen, wäre sie nicht als Körper dem Gesetz der Schwerkraft unterworfen. Die Erde zieht die in ihr Wirkungsbereich kommenden Luftatome an sich, fesselt sie in Gestalt der Atmosphäre an ihre Oberfläche und wirkt demnach durch ihre anziehende Kraft dem Bestreben der Luft nach allseitiger Ausdehnung so lange entgegen, bis die durch die Zusammenpressung der Luftatome gesteigerte Spannkraft derselben der anziehenden Kraft der Erde das Gleichgewicht hält und einer weitern Verdichtung entgegentritt. Diese Spannkraft der Luftatome übt gegen alle das Luftatom umgebenden Körper einen Druck aus, welcher die Größe derselben unmittelbar mißt. Unter dem Drucke einer solchen Spannkraft, den die Anziehung der Erdmasse erzeugt hat, den die Luftatome gegen die Erdoberfläche, gegen sich selbst und gegen alle in derselben Luftschicht befindlichen Körper ausüben, erhält die Luft ein bestimmtes Volumen, eine bestimmte Dichtigkeit, ein bestimmtes Gewicht, sie wird ein wägbarer Körper.

Um ein Luftatom in einer gegebenen Luftschicht mit einer gewissen Geschwindigkeit aus der eingenommenen Stelle zu verdrängen, während die übrigen Atome in vollkommener Ruhe gedacht werden, gehört wie bei jedem andern schweren Körper eine dem Gewicht desselben und der verlangten Geschwindigkeit entsprechende Kraft dazu, welche um so größer werden muß, je bedeutender die verlangte Geschwindigkeit wird. Hiernach würde die das Luftatom bewegende Kraft dieselbe Funktion der Geschwindigkeit sein, wie bei der Bewegung jedes inkompressiblen

Körpers im lufterfüllten Raume, so lange die Geschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen bleibt.

Allein das Luftatom ist ein äußerst kompressibler Körper, welcher, wenn seine Geschwindigkeit über eine gewisse Grenze hinauswachsen soll, so daß die seiner Bewegung entgegentretenden Luftatome trotz ihrer außerordentlichen Dünnflüssigkeit und Fügsamkeit nicht schnell genug auszuweichen vermögen, gegen diese entgegentretenden Luftatome einen erhöheten Druck ausübt und hierdurch sich und den übrigen zunächstliegenden Luftatomen eine größere Spannkraft verleiht. Dieser erhöheten Spannkraft muß der steigende Widerstand der Luft zugeschrieben werden, den jeder die Luft mit einer größern Geschwindigkeit durchschneidende Körper erleidet. Je größer daher die Geschwindigkeit der Bewegung wird, desto weniger ist der Luft Zeit gegeben, dem bewegten Körper auszuweichen, desto mehr werden die der Bewegung entgegentretenden Luftatome zusammengepreßt, desto höher steigt ihre Spannkraft, ihr Widerstreben gegen weitere Zusammenpressung, ihr Widerstand gegen fortgesetzte Bewegung.

Es ist bisher ein ungelöstes Problem geblieben, die Zunahme des Luftwiderstandes in einen gesetzlichen Zusammenhang mit dem Wachsen der Geschwindigkeit zu bringen. Die Schwierigkeiten dieses Problemes liegen nicht allein darin, daß die Luft niemals in Ruhe, vielmehr in einer fortwährenden, in Bezug auf Richtung und Stärke des Stromes sehr unbeständigen Bewegung ist, daß sie eben so eine stets wechselnde Dichtigkeit und Spannkraft besitzt, sondern auch darin, daß es bisher nicht gelungen ist, den Luftwiderstand von den übrigen mit der Bewegung verbundenen Elementen mit ausreichender Schärfe abzusondern. So hat z. B. die Gestalt der Oberfläche, mit welcher der Körper die Luft durchschneidet, einen unverkennbaren Einfluß auf die Leichtigkeit, mit welcher die Luftatome vor ihm auszuweichen vermögen, die Zusammenpressung der Luft wird deshalb bei gleicher Geschwindigkeit, mit der ein Kegel die Luft

durchdringt, sehr verschieden sein, ob der Kegel mit der Spitze, oder mit der Grundfläche gegen die Luft bewegt wird. So wird eine Kugel von gleichem Durchschnitt mit dem Cylinder und bei gleicher Geschwindigkeit einen geringern Luftwiderstand erleiden, als der Cylinder. Man hat bisher kein Mittel gefunden, diesen Einfluß der Gestalt des Körpers auf die Größe des Luftwiderstandes mit ausreichender Sicherheit und Schärfe zu bestimmen und so gibt es noch viele gleich schwierige Elemente.

Wenn daher das Geschoß die Luft mit einer gegebenen Geschwindigkeit zu durchdringen strebt, so muß es einen Luftwiderstand überwinden, welcher nicht allein die Menge der verdrängten, fortgeschobenen Luft und ihre Geschwindigkeit zur Basis hat, sondern auch die höhere Spannkraft, welche diesem Theile der Luft und seiner nächsten Umgebung mitgetheilt wurde.

Nennt man die kalibermäßige Durchschnittsfläche des Geschosses k, sein Gewicht p und seine Geschwindigkeit in einem unendlich kleinen Zeittheilchen c, so verdrängt das Geschoß in diesem Zeitraume einen lufterfüllten Cylinder von der Größe $c \cdot k$. Nennt man, die Gewichtseinheit, durch welche p gemessen wird, beibehaltend, das absolute Gewicht der Luft γ, so ist die körperliche Masse der Luft, welche verdrängt wurde, gleich $c \cdot k \cdot \gamma$. Diese Luftmasse mußte, um der Kugel auszuweichen, die Geschwindigkeit c annehmen, also ein Bewegungsmoment $= c^2 k \cdot \gamma$ erhalten und zwar unter dem Einflusse einer mit dem vordringenden Geschoß, also mit der zunehmenden Kompression wachsenden Spannkraft, welche mithin der Bewegung der verdrängten Luft und durch diese zurückfedernd der vordringenden Kugel mit steigender Verzögerung entgegentritt. Dieser Einfluß der Spannkraft ist offenbar eine Funktion von c; bezeichnet man denselben, wie er mit obigem Bewegungsmomente $c^2 k\gamma$ in Verbindung tritt durch $\varphi \cdot c$, so erhält man die allgemeine Bezeichnung des von dem Geschosse zu überwindenden Gesamtwiderstandes der Luft durch den Ausdruck: $c^2 k\gamma \cdot \varphi c$. Da nun der Werth von φc in stei-

gender Progression wächst, wenn c größer wird, so wollen wir dieß dadurch bezeichnen, daß wir $\varphi c = f(c^x)$ annehmen und daher $c^2 k\gamma \cdot \varphi c = c^2 k\gamma \cdot (f(c^x))$. Nennen wir nun die zur Ueberwindung dieses Widerstandes erforderliche Kraft K, so ist diese ebenfalls eine Funktion nach c in steigender Progression. Diesen Kraftaufwand muß das Geschoß von seiner Triebkraft $c \cdot p$ während der Zeit, in welcher es den Weg c zurücklegte, bestreiten. Ist r der Halbmesser des Geschosses, in derselben Längeneinheit, wie c, bezeichnet, ist s das absolute Gewicht der Geschoßmaterie, so ist die Triebkraft des Geschosses $= c \cdot \frac{4}{3} r^3 \pi \cdot s$. Subtrahirt man von dieser Triebkraft die Größe K, so gibt der Rest den Werth für die Triebkraft an, welche dem Geschoß verbleibt, nachdem es den Weg c zurückgelegt hat.

Vergleichen wir nun die beiden Ausdrücke $c^2 k\gamma \cdot (f(c^x))$ und $\frac{4}{3} r^3 \pi \cdot c \cdot s$, welche wir hier nur deshalb zusammengestellt haben, um die nachfolgenden Betrachtungen daran knüpfen zu können, keineswegs um eine Andeutung für die wirkliche Rechnung zu geben, so gelangen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Der Luftwiderstand vermindert fortwährend die Triebkraft des Geschosses, verzögert also dessen Geschwindigkeit.
2. Der Luftwiderstand wächst mit der Geschwindigkeit, aber in schnell steigender Progression, in höhern Potenzen von c.

Es leuchtet aus obigen beiden Ausdrücken ein, daß einmal, je größer die anfängliche Triebkraft des Geschosses ist, desto mehr kann sie für den Luftwiderstand verwenden, bevor sie durch denselben aufgezehrt wird, zweitens aber auch, daß, wie klein $k \cdot \gamma$ im Vergleiche zu $\frac{4}{3} r^3 \pi \cdot s$ auch immer sein mag, $c^2 k\gamma \cdot (f(c^x))$ im Vergleich zu $\frac{4}{3} r^3 \pi \cdot s \cdot c$ einen Werth erreichen kann, welcher $\frac{4}{3} r^3 \pi \cdot s \cdot c - K$ zu Null werden läßt. Wenn nun auch in der Wirklichkeit c niemals diesen Werth erreichen möchte, denn in diesem Falle würde das Geschoß gar nicht in die Luftmaterie einzudringen vermögen *), sondern vor der ersten Luftschicht zu-

*) Wirkliche Erscheinungen können als Belege dafür dienen. Es

rückprallen, so ist doch klar, daß c zu groß werden kann. Wäre $c = 0$, so würde das Geschoß sich von Hause aus gar nicht vorwärts bewegen.

Mithin muß es zwischen diesen beiden äußersten Grenzen einen Werth von c geben, bei welchem das Geschoß während seines Fluges in Summa den geringsten Luftwiderstand erleidet.

Je größer von Hause aus c ist, desto größer der Luftwiderstand, desto größer die Abnahme der Triebkraft, desto verhältnißmäßig kleiner die nächste Geschwindigkeit und die darauf gestützte Abnahme der Triebkraft.

Hieraus folgt weiter:

3. Es ist nicht vortheilhaft für Schußweite nnd Triebkraft der Geschosse, die Anfangsgeschwindigkeit über eine gewisse Grenze hinaus zu steigern.
4. Erfahrungsmäßig scheint es der Fall zu sein, daß in der Praxis diese Grenze zuweilen überschritten worden ist.
5. Die Größe der Ladungen ist nur bis zu dieser Grenze fähig, die Schußweite und Stoßkraft der Geschosse zu vergrößern und zwar wird diese Vergrößerung um so geringer, je näher die dadurch erzeugte Anfangsgeschwindigkeit der Grenze ihres Maximums gebracht wird.
6. Deshalb wird man in der Wirklichkeit schon in größerer Entfernung vom Maximum an einen Punkt gelangen, wo die erzeugte Vergrößerung der Schußweite in keinem günstigen Verhältnisse zu der erforderlich gewesenen Ladung steht.

Betrachten wir obige allgemeine Ausdrücke und denken wir uns dabei die Geschwindigkeit des Geschosses, so wie die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft gegeben, so ist es offenbar,

---

wird z. B. nicht möglich, mit einer bedeutendern Oberfläche, an welche sich sehr wenig Gewicht knüpft, mit einem dünnen, leichten Brette etwa, gegen die Luft über eine mäßige Grenze hinaus schnell vorzudringen, ohne eine solche Fläche zu biegen oder gar zu zerbrechen.

daß die Triebkraft des Geschosses für die Abnahme durch den Luftwiderstand um so weniger empfindlich ist, je größer das Gewicht des Geschosses ist. Hieraus ergibt sich in näherer Durchführung:

7. Spezifisch schwerere Geschosse überwinden bei gleichen Geschwindigkeiten den Luftwiderstand leichter.
8. Sie langen also bei dem oben angedeuteten Maximum der Geschwindigkeit später an, als leichtere.
9. Das leichtere Geschoß erträgt daher ohne Nachtheil nur verhältnißmäßig geringere Ladungen, als das schwerere. Das Hohlgeschoß wird deshalb bei gleicher Größe schon mit einer geringern Anfangsgeschwindigkeit das Maximum seiner Schußweite und Stoßkraft erreichen, als die Vollkugel.
10. Größere Kaliber ertragen den Luftwiderstand in doppelter Beziehung leichter, als die kleinern Geschosse, weil einmal die Masse der Geschosse im Verhältnisse der 3ten Potenzen der Durchmesser wächst und weil zweitens die Masse der verdrängten Luft oder der Luftcylinder $k \cdot c = r^2 \pi \cdot c$, wenn c gegeben ist, nur im quadratischen Verhältnisse der Durchmesser wächst, die höhern Potenzen aber um so weiter von den niedern abliegen, je größer die Wurzeln werden.
11. Größere Kaliber können verhältnißmäßig größere Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) anwenden, bevor sie sich dem maximo der Schußweite und Stoßkraft nähern.

Fassen wir den Inhalt der vorstehenden Sätze zusammen, so ergibt sich:

I. Der Luftwiderstand verzögert in jedem Augenblicke die Geschwindigkeit und Triebkraft der Geschosse.

II. Der Luftwiderstand steigt weit schneller, als die Anfangsgeschwindigkeit.

III. Der Luftwiderstand spricht für schwerere Geschosse, für größere Kaliber. (Siehe Rotation.)

IV. Der Luftwiderstand spricht gegen große Ladungen und große Anfangsgeschwindigkeiten und bei kleinern, leichtern Geschossen weit mehr, als bei größern und schwerern.

Es ist schon früher erwähnt, daß der Luftwiderstand auf die Rotation nicht weiter einwirkt, als indirekt durch die Verminderung der Flugkraft. Im Uebrigen vermag der Luftwiderstand keine weitere Einwirkung auf das bewegte und wirkende Geschoß auszuüben, als die hier erörterte.

Weil die Rotation durch den Luftwiderstand nicht gestört werden kann und auch umgekehrt dieser durch jene nicht, so entsteht auch keine weitere Wechselwirkung zwischen beiden.

Verläßt das bewegte Geschoß die Mündung des Geschützes, so geht es aus derselben in der durch die Rotation bedingten Ablenkung aus der verlängerten Richtung der Seelenare fort und zwar, wenn sonst nichts einwirkt, in gerader Linie, weil die bewegende Kraft, welche die Rotation erzeugte, nicht mehr auf das Geschoß wirken kann. Dagegen wirkt der Luftwiderstand nun in entgegengesetzter Richtung auf das Geschoß, allein, da der Luftwiderstand gegen das bewegte, nicht wie die bewegende Kraft gegen das ruhende, wirkt, und da das rotirende Geschoß der Luft stets eine gleich große Durchschnittsfläche, mit einem beweglichen, sich in dieser Fläche gleichmäßig hin und her bewegenden, Schwerpunkte entgegengesetzt, endlich weil die Bewegung des Geschosses im Rohre bereits unter dem Einflusse des Luftwiderstandes hervorgerufen worden ist, so kann auch die Rotationsrichtung durch den Luftwiderstand nicht mehr geändert werden.

Die Rotation ist daher auch als das gleichgewichtige Resultat der drei auf einander wirkenden Elemente: Ungleichförmige Dichtigkeit des Geschosses, bewegende Kraft und Luftwiderstand anzusehen.

Die Bewegung des Geschosses erfolgt mithin unter dem Einflusse der Rotation und des Luftwiderstandes in gerader Linie.

Wir haben nunmehr die Flugbahn des bewegten Geschosses durch die Rotation und den Luftwiderstand mit 2 Elementen konstruirt, der Ablenkung aus der Richtung der bewegenden Kraft und der geradlinigen Bewegung unter abnehmender Verzögerung.

§. 29.

Die Schwerkraft.

Die Erde übt auf alle in ihrer unmittelbaren Nähe befindlichen Körper eine Anziehungskraft aus, vermöge welcher sie die Körper an ihre Oberfläche fesselt. Diese Anziehungskraft, welche in der Richtung des Erddurchmessers, also nach dem Mittelpunkte des Erdballes wirkt, ist der Grund, daß alle Körper, wenn sie lothrecht unterstützt sind, auf diese Unterlage einen ihrer Masse entsprechenden Druck ausüben, wenn sie nicht lothrecht unterstützt sind, auf der schiefen Fläche der Unterlage nach der Oberfläche der Erde herabzugleiten beginnen, oder den Fall auf vorgeschriebenem Wege antreten, und wenn sie gar nicht unterstützt sind, frei im Raume über der Oberfläche schwebend sich bewegen wollen, den freien Fall zur Erdoberfläche hin eingehen müssen, mit welcher Geschwindigkeit und in welcher Richtung sie sich immer bewegen mögen.

Da diese Anziehungskraft der Erde auf die Körper in jedem Augenblicke gleich stark einwirkt, so muß sowohl der Fall auf vorgeschriebenem Wege, als auch der freie Fall in gleichförmig beschleunigter Bewegung erfolgen.

Die ungeheure Ueberlegenheit der Erdmasse über die materielle Größe aller ihr angehörigen Körper bewirkt es, daß auf alle Körper die Anziehung der Erde unter denselben Breitengraden gleich stark wirkt, daß demnach alle Körper unter gleicher Beschleunigung zur Erde hingezogen werden. Diese Be-

schleunigung beträgt bekanntlich für unsre Breiten im Verlaufe der ersten Sekunde $15\frac{5}{8}$ Fuß.

Unter diesem Einflusse der Attraktion stehen natürlich auch die Geschosse. Sie werden von Hause aus durch dieselbe gegen die untere Seelenwand des Geschützrohres unter dem ihrem Gewichte zukommenden Drucke gepreßt und an die von ihnen eingenommene Stelle gefesselt.

Dächte man sich den früher erörterten Einfluß des excentrischen Stoßes der bewegenden Kraft gegen das Geschoß, also der daraus entspringenden Rotation und des später noch zu erwähnenden Spielraumes hinweg, so würde die Schwerkraft das die Bewegung antretende Geschoß stets zur untern Seelenwand des Geschützrohres herabziehen und der daraus erfolgende Druck gegen diese eine entsprechende Reibung zwischen dem Rohre und dem bewegten Geschoß erzeugen. Diese Reibung vermehrt den Widerstand des Geschosses gegen die bewegende Kraft und trägt daher bei der Natur dieser Kraft, wie wir sie heute anwenden, dazu bei, die volle Entwickelung ihrer Kraftäußerung gegen das Geschoß zu entwickeln, indem sie dessen anfängliche Bewegung im Geschützrohre erschwert und verzögert.

Diese Verzögerung der beginnenden Geschoßbewegung wird um so stärker hervortreten, wenn und je mehr sich die untere Seelenwand in der Richtung der eintretenden Bewegung von der wagerechten Linie erhebt, oder praktisch gesprochen, wenn und je mehr das Geschützrohr elevirt ist, weil alsdann die bewegende Kraft das Geschoß gleichzeitig heben muß. Hierin liegt der Grund, weshalb die Elevation die Kraftäußerung der bewegenden Kraft erhöhet und bis zu einem gewissen Grade die Schußweiten und die Stoßkraft der Geschosse zu vergrößern vermag.

Aus dem eben Erörterten folgt demnach für die uranfängliche Wirkung der Schwerkraft:

1. Die Schwerkraft drückt das Geschoß gegen die untere Seelenwand des Geschützrohres und sucht dasselbe wäh-

rend der Bewegung im Rohre an derselben zu erhalten, würde demnach, wenn nicht die Rotation und, wie später erörtert werden wird, der Spielraum durch Erzeugung der Kugelanschläge dagegen wirkten, günstig auf die Festhaltung der Richtung hinwirken.

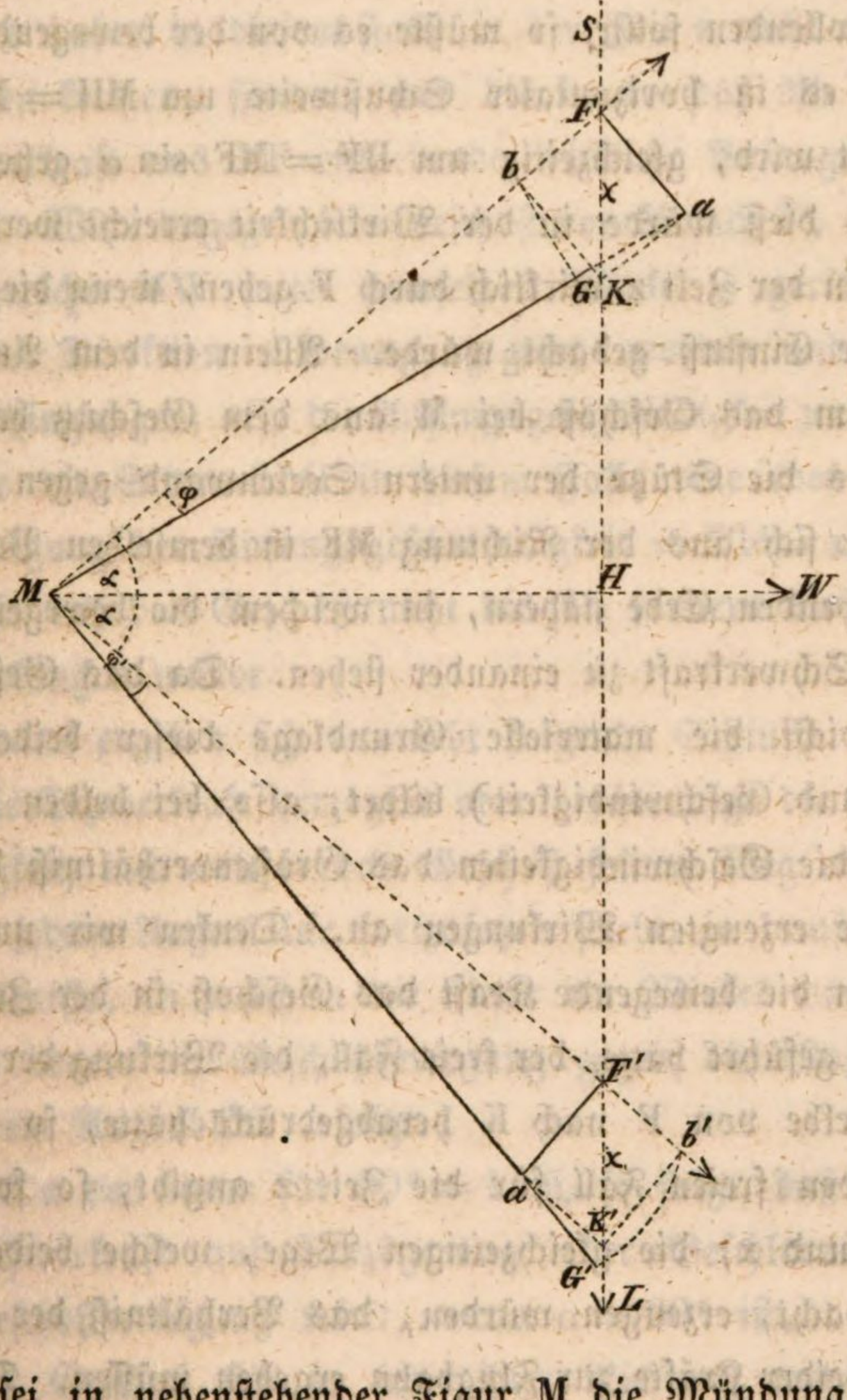
2. Durch den Druck gegen die untere Seelenwand und die daraus entspringende Reibung zwischen Geschoß und Geschützrohr wird die beginnende Bewegung des Geschosses erschwert und verzögert.
3. Diese Verzögerung wirkt günstig auf die Entwickelung der bewegenden Kraft bis zur vollen Größe ihrer Kraftäußerung, bevor noch das Geschoß die Seele verlassen hat.
4. Diese günstige Einwirkung der Schwerkraft wird um so größer, wenn und je mehr das Geschützrohr elevirt ist. Hierin ist die erste Beziehung der Schwerkraft zur Elevation gegeben.
5. Die Schwerkraft kann demnach in Verbindung mit der Elevation eine merkliche Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit erzeugen.

Betrachten wir nunmehr das Geschoß, sobald es das Geschützrohr verlassen hat, also von der untern Seelenwand nicht mehr in der Festhaltung der beabsichtigten Richtung unterstützt wird.

Wir wissen bereits aus dem Vorhergehenden, daß das Geschoß einmal durch die Rotation aus dieser beabsichtigten Richtung entweder in lothrechter, oder in wagerechter Beziehung, oder in beiden zugleich abgelenkt wird und sich in dieser Ablenkung mit einer in jedem Augenblicke durch den Luftwiderstand verzögerten Geschwindigkeit zum Ziele bewegt, so wie, daß diese Verzögerung in einem der abnehmenden Geschwindigkeit entsprechenden Grade progressiv geringer wird. Wir wissen ferner, daß die vereinigte Wirkung der Rotation und des Luftwiderstandes eine endliche und geradlinige Flugbahn ergibt.

Es frägt sich jetzt, welchen Einfluß die Schwerkraft auf die

so erzeugte Flugbahn ausüben wird. Offenbar kann dieser Einfluß sich nur in zwiefacher Beziehung äußern, nämlich auf die beiden Elemente der Flugbahn, Richtung und Geschwindigkeit. —



Es sei in nebenstehender Figur M die Mündung des Geschützes oder der Anfangspunkt der Flugbahn, MW die Richtung der Wagerechten, SL geben die Richtung des freien Falles an, oder der Lothrechten.

Stellen wir uns nun vor, ein Geschoß trete seine Flugbahn mit der beabsichtigten Richtung von M nach F an und mit einer solchen Anfangsgeschwindigkeit, daß es den Punkt F nach Verlauf eines unendlich kleinen Zeitelementes z erreichen würde,

so frägt es sich, welchen Einfluß wird die Schwerkraft auf den Flug des Geschosses äußern.

Der Winkel FMW oder der Elevationswinkel sei $= \alpha$.

Es ist klar, daß wenn das Geschoß seinen Weg von M nach F vollenden sollte, so müßte es von der bewegenden Kraft, während es in horizontaler Schußweite um $MH = MF \cos \alpha$ fortgerückt wird, gleichzeitig um $HF = MF \sin \alpha$ gehoben werden, und dieß würde in der Wirklichkeit erreicht werden, das Geschoß in der Zeit z wirklich durch F gehen, wenn die Schwerkraft ohne Einfluß gedacht würde. Allein in dem Augenblicke, in welchem das Geschoß bei M aus dem Geschütz heraustritt, verliert es die Stütze der untern Seelenwand gegen den Fall und muß sich aus der Richtung MF in demselben Verhältnisse der anziehenden Erde nähern, in welchem die bewegende Kraft und die Schwerkraft zu einander stehen. Da das Geschoß und sein Gewicht die materielle Grundlage dieser beiden Kräfte (Masse und Geschwindigkeit) bildet, also bei beiden gleich ist, so geben die Geschwindigkeiten das Größenverhältniß der durch die Kräfte erzeugten Wirkungen an. Denken wir uns daher, daß, wenn die bewegende Kraft das Geschoß in der Zeit z von M nach F geführt hätte, der freie Fall, die Wirkung der Schwerkraft dasselbe von F nach K herabgedrückt hätte, so daß also $FK = x$ den freien Fall für die Zeit z angibt, so folgt auch, daß MF und x, die gleichzeitigen Wege, welche beide Kräfte, isolirt gedacht, erzeugen würden, das Verhältniß der Wechselwirkung beider Kräfte zur Flugbahn ergeben müssen. Die Richtung der Schwerkraft SL steht unter dem Winkel $90° - \alpha$ gegen die Richtung der bewegenden Kraft, daraus folgt, daß die Schwerkraft auf das bewegte Geschoß einen doppelten Einfluß ausüben muß, in der Richtung der Bewegung und lothrecht dagegen. Das Parallelogramm FaKb, über x zu MF errichtet, stellt durch Fa und Fb die beiden Wirkungen der Schwerkraft dar. $Fb = x \sin \alpha$ gibt den Theil der Schwerkraft an, welcher

in der Richtung FM wirkt und zwar verzögernd, wenn das Geschoß während seines Fluges nach F sich erheben muß, indem alsdann die Richtung dieses Einflusses der Schwerkraft der Richtung der bewegenden Kraft entgegengesetzt ist. Das Geschoß wird daher in diesem Falle in der Zeit z nicht mehr nach F gelangen können, sondern nur bis b, so daß Mb die durch die Schwerkraft aus MF entstehende wirkliche Anfangsgeschwindigkeit ist. Wäre dagegen das Geschoß von M nach F′, also gegen die Wagerechte MW unter demselben Winkel α gerichtet, also in gesenkter Direktion in Bewegung gesetzt worden und alle sonstigen Bedingungen, also die Anfangsgeschwindigkeit und z gleich, so würde die Schwerkraft in diesem Falle eine eben so große Beschleunigung der Anfangsgeschwindigkeit $= F'b' = x \sin \alpha$ erzeugen, so daß das Geschoß nicht bis F′, sondern bis b′ in der Zeit z gelangen würde.

Hieraus ergeben sich nunmehr folgende Schlüsse:

6. Die Schwerkraft verzögert oder beschleunigt die Geschwindigkeit, mit welcher das Geschoß seinen Weg antritt oder in jedem Augenblicke fortzusetzen strebt, in demselben Verhältnisse, in welchem die Sinus der Winkel wachsen, unter denen die Geschoßbewegung gegen die Wagerechte in jedem Augenblicke erfolgt.

Da der Sinus für $90° = 1$ ist, so folgt, daß die ganze Schwerkraft auf Verzögerung oder Beschleunigung der Geschoßbewegung wirkt, wenn $\alpha = 90°$ ist, d. h. wenn das Geschoß sich in lothrechter Richtung entweder nach oben oder nach unten bewegt. Dagegen wird der Einfluß auf die Geschwindigkeit des Geschosses gleich Null, wenn die Richtung des Geschosses mit der Wagerechten zusammenfällt.

7. Da aber die Schwerkraft eine beschleunigende ist, so werden die Fallmomente im Verlaufe der Flugzeit des Geschosses wachsen und zwar, wie wir wissen, (wenn z als

Zeiteinheit und x als Beschleunigung für z genommen wird) im Verhältnisse von 1x am Ende des ersten z, 3x am Ende des 2ten z, 5x des 3ten z u. s. f. Mithin ist der Einfluß der Schwerkraft auf die Geschoßgeschwindigkeit gleichzeitig eine Funktion der Flugzeit des Geschosses.

Blicken wir wieder auf umstehende Figur zurück, so drückt Fa den Theil des Einflusses der Schwerkraft aus, welcher aus der Richtung MF ablenkt, so daß das Geschoß, welches ohne diese Wirkung nach Verlauf der Zeit z durch F gegangen sein würde, nunmehr seine Richtung von M aus durch a nehmen muß, so daß, wenn z als sehr klein angenommen wird, Ma als die wirklich eingeschlagene Flugbahn des Geschosses angesehen werden kann. Da aber das Geschoß gleichzeitig um Fb in seiner Geschwindigkeit verzögert worden ist, so wird es in der Richtung Ma nicht bis a gelangen, sondern am Ende der Zeit z nur bis G, so daß $Mb = MG$ ist, gekommen sein. Für den zweiten Fall, daß der $\angle \alpha$ die Senkung angibt, wird das Geschoß durch Ma' bis G' gelangen, so daß $MG' = MF' + Fb' = Mb'$ ist.

Sowohl Fa als Fa', die in beiden Fällen erfolgten Ablenkungen sind $= x \cos \alpha$. Durch diese Ablenkung, welche das Geschoß in jedem Augenblicke seiner Bewegung erleidet, wird der Richtungswinkel α stets geändert und zwar um so mehr, je kleiner der Winkel α ist, indem der Cosinus mit dem abnehmenden Winkel wächst. Hieraus folgt, daß:

8. Die Schwerkraft, sobald der $\angle \alpha$ kleiner als 90° ist, die Flugbahn krümmen muß und zwar bei gleichen Geschwindigkeiten des Geschosses um so stärker, je mehr die Richtung sich von der lothrechten Richtung nach oben entfernt und der Richtung des Falles nähert. Ist die Richtung des Geschosses horizontal, oder durch die vorangegangenen Ablenkungen endlich der $\angle \alpha = 0$ geworden, so wirkt die bewegende Kraft dem freien Falle nicht mehr entgegen, so daß derselbe in voller Größe eintreten muß, mithin auch

die Fallräume des Geschosses unter der Beschleunigung des ungehinderten Falles stehen müssen. Wenn nun die Richtung des Geschosses sich unter die Wagerechte senkt, so tritt diese Senkung zur Beschleunigung des freien Falles hinzu, so daß x in gesteigerten Verhältnissen wächst, also auch $x \cos\alpha$, wenn auch $\cos\alpha$ wieder abnimmt, als eine zunehmende Größe zu erachten ist.

9. Die Schwerkraft ändert mithin fortwährend den Richtungswinkel, unter welchem sich das Geschoß in Bezug auf die Wagerechte bewegt, bis dasselbe in die Richtung des freien Falles übergeführt ist, wenn es nicht vorher schon die Oberfläche der Erde erreicht hat.

Hieraus folgt, wenn wir die Gesamtwirkung der Schwerkraft zusammenfassen:

I. Die Schwerkraft lenkt das Geschoß, unter welchem Richtungswinkel es auch seine Bewegung antreten mag, zur Oberfläche der Erde zurück.

II. Wenn das Geschoß seine Bewegung unter einer gegen die Wagerechte erhöheten Richtung antritt, so beschreibt es eine gekrümmte Linie, welche aus 2 Theilen besteht, dem sogenannten aufsteigenden Aste, in dem sich das Geschoß fortwährend hebt, und dem niedersteigenden Aste, in welchem es dem Gesetze des freien Falles gemäß sich der Erdoberfläche mit voller und resp. begünstigter Beschleunigung wieder nähert.

III. Im aufsteigenden Aste wird die Geschwindigkeit des Geschosses durch die Schwerkraft und zwar im Verhältnisse der Sinus der in jedem Augenblicke vom Geschoß eingeschlagenen Richtung zur Wagerechten, mithin abnehmend, verzögert, im niedersteigenden Aste dagegen in eben demselben Verhältnisse wieder beschleunigt.

IV. Daher hat die Schwerkraft in dem Falle keinen Einfluß auf die Endgeschwindigkeiten und Schußweiten, wenn das

Geschoß eben so tief wieder herabfallen kann, als es vorher gestiegen war, d. h. wenn das Ziel in der Wagerechten durch die Mündung befindlich oder doch wenig aus derselben gerückt ist.

V. Gegen erhöhte Ziele müssen sowohl die Anfangsgeschwindigkeiten, als auch die anfänglichen Richtungswinkel vergrößert werden, weil der kürzere Fallraum des niedersteigenden Astes die durch die Schwerkraft erlittenen Verzögerungen der Geschoßgeschwindigkeiten nicht wieder ersetzen kann, der niedersteigende Ast mithin, abgesehen vom Luftwiderstande, verhältnißmäßig kürzer ausfallen wird, als wenn die Ziele in der Höhe der Mündung liegen.

VI. Gegen gesenkte Ziele muß man die Anfangsgeschwindigkeiten um so mehr vermindern, je mehr die Richtung gesenkt werden muß, oder je tiefer die Ziele liegen.

VII. Die Schwerkraft lenkt das Geschoß um so stärker aus der in jedem Augenblicke eingeschlagenen Richtung ab, je weniger diese Richtung dem Fallen des Geschosses entgegentritt, d. h. je kleiner dieser Winkel zur Wagerechten wird und je mehr derselbe unter diese herabsinkt und in die Richtung des lothrechten Falles überführt, bis endlich das Geschoß in diese Richtung übergeht und nun nicht weiter darin gestört werden kann.

Betrachten wir schließlich, bevor wir die Flugbahn aus den hier erörterten Elementen zusammensetzen, den Einfluß der Schwerkraft auf die Rotation, so finden wir, daß dieser Einfluß außerhalb des Geschützrohres gleich Null ist. Dagegen im Geschützrohre können sich die Verhältnisse anders gestalten. Wir wissen aus dem Frühern, daß die Rotation das Geschoß aus der Richtung der bewegenden Kraft nach der Seite hin ablenkt und demgemäß gegen die entsprechende Seelenwand drückt, auf welcher der Schwerpunkt des Geschosses von Hause aus lag. Hieraus werden unter Mitwirkung des Spielraumes die in

jeder Beziehung so nachtheiligen Anschläge des Geschosses im Rohre entstehen.

Wenn daher der Schwerpunkt oben lag, bevor die Bewegung beginnt, so wird das Geschoß dem Stoße der bewegenden Kraft gegen die obere Seelenwand hin auszuweichen suchen und gegen diese mehr oder weniger heftig gestoßen werden. Diesem Stoße wirkt die Schwerkraft entgegen, während sie im entgegengesetzten Falle denselben begünstigt. Daher erscheint es

VIII. vortheilhaft, den Schwerpunkt des Geschosses im Rohre oben zu legen, weil in diesem Falle die Schwerkraft der Wirkung der Rotation entgegentritt.

Es ist bereits früher gesagt, daß bei langen Röhren, starken Anfangsgeschwindigkeiten und kleinen Geschossen die Lage des Schwerpunktes wegen der heftigen und zahlreichen Kugelanschläge keinen sichtbaren Einfluß auf die Schußweiten und auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens offenbart hat. Man muß jedoch einmal bedenken, daß auf Schußweiten, Trefffähigkeit und Anfangsgeschwindigkeiten eine so große Menge von Elementen einwirken, daß die einzelnen sehr schwer in ihrer Mitwirkung zu sondern, zu erkennen sind, zweitens, daß bisher auf die Geschosse, welche man aus langen Röhren mit starken Ladungen abschießt, noch nicht durchgehends eine hinlängliche Sorgfalt bei der Konstruktion (Fabrikation) und Anwendung gerichtet worden ist, endlich aber muß man festhalten, daß alle ungünstigen Einflüsse, sobald man sie erkannt hat, so weit bekämpft werden müssen, als es sich irgend durchführen läßt.

Es wird, beiläufig bemerkt, große Schwierigkeiten haben, im freien Felde bei Kanonenschüssen die Schwerkraft unter allen Umständen der Rotation in der angedeuteten Weise entgegenzusetzen, allein es würde doch oft möglich sein und im Festungskriege stets.

Die kräftigsten Mittel zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Treffens werden stets in der Vollkommenheit der Geschosse,

der bewegenden Kraft und der Geschützröhre zu suchen sein, allein, da diese Vollkommenheit nie genügend erreicht werden wird, so bleiben dergleichen praktische Hilfsmittel sehr nützliche Palliative gegen die unbeseitigten Mängel. In diesem Sinne muß jene Regel über die Lage des Schwerpunktes, wie alle ähnlichen, aufgefaßt und gewürdigt werden.

§. 30.

Die Flugbahn aus den bisherigen Elementen.

Setzen wir nunmehr die Flugbahn aus den bisher betrachteten Elementen zusammen, so erhalten wir als einzelne Bestandtheile hierzu:

1. die durch die Rotation erzeugte Ablenkung aus der durch die bewegende Kraft bedingten Richtung;
2. die Abnahme der Geschwindigkeit des Geschosses, welche um so geringer ist, je kleiner die Geschwindigkeit war oder im Laufe der Zeit geworden; diese Abnahme der Geschwindigkeit ist eine Funktion des Luftwiderstandes;
3. die im vorangegangenen § erörterte Einwirkung der Schwerkraft.

Hieraus ergibt sich die Flugbahn als eine gekrümmte Linie, deren Krümmungsgesetz durch die Größe des Luftwiderstandes um so verwickelter und unbeständiger gemacht wird, je bedeutender dieselbe wird, weil alsdann die Abnahme der Geschwindigkeiten des Geschosses in sehr verschiedenen Verhältnissen erfolgt.

Durch diese Verschiedenheiten in der Abnahme der Geschwindigkeiten wird in Verbindung mit der Schwerkraft, welche sonst eine regelmäßige, leicht darzustellende Einwirkung äußern würde, die Krümmung der Flugbahn zu einer sehr zusammengesetzten und bisher unbestimmbaren Kurve umgeschaffen.

Im Allgemeinen ergibt sich für die Flugbahn in der Wirklichkeit, was folgt:

4. Der aufsteigende Ast ist in der Regel länger und weniger gekrümmt, als der niedersteigende, welcher steiler und kürzer ausfällt.
5. Der Einfallswinkel, unter welchem das Geschoß die Oberfläche der Erde erreicht, ist größer, als der Richtungswinkel, unter welchem das Geschoß die Bewegung begonnen hat.
6. Die Flugbahn wird um so regelmäßiger, je regelmäßiger die Abnahme der Geschwindigkeit des Geschosses erfolgt, je kleiner mithin die Anfangsgeschwindigkeiten, die Ladungen waren. Hieraus folgt:
7. Wenn man das Ziel nicht mit dem aufsteigenden Aste, also im ersten Theile der Flugbahn, wo das Geschoß noch keine wirkliche Senkung erleidet, sondern nach mehr oder weniger vollendetem niedersteigenden Aste zu treffen beabsichtigt, man die kleinste, für den Zweck noch zulässige Anfangsgeschwindigkeit, oder Ladung anwenden muß, um die größte Wahrscheinlichkeit des Treffens zu erlangen.
8. Schwere Geschosse und große Kaliber sind den nachtheiligen Einflüssen des Luftwiderstandes und der Rotation weniger ausgesetzt, ihre Flugbahnen fallen daher bei gleichen Anfangsgeschwindigkeiten länger und regelmäßiger aus, als bei leichtern Geschossen und kleinern Kalibern.
9. Der aufsteigende Ast ist um so länger und ungeregelter gekrümmt, je größer die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses war, der niedersteigende Ast wird in diesem Falle, mit dem aufsteigenden verglichen, um so kürzer und steiler, der Einfallswinkel mithin in eben dem Verhältnisse um so mehr größer, als der Richtungswinkel.

Durch diese Elemente ist die allgemeine Gestaltung der Flugbahn aus abnehmenden Geschwindigkeiten, und zwar ungleichförmig abnehmenden, und aus dem Einflusse der Schwerkraft gegeben.

Um nun diese Flugbahn für alle verschiedenen Gebrauchsfälle, Zwecke und Geschoßwirkungen geschickt zu machen, ihr eine für alle Fälle günstige, fügsame Gestalt zu geben, sind in der Anfangsgeschwindigkeit (Ladung) und in der Elevation die Mittel gegeben. Die Kombinationen beider können in der Praxis zwar nicht unbeschränkt, aber doch so frei und vielfach gehalten werden, daß eine sehr genügende Fügsamkeit der Flugbahn erreicht wird.

Diese Fügsamkeit bezieht sich nicht allein auf die Krümmung der Flugbahn, auf die Schußweite und Endgeschwindigkeit, sondern auch auf Zusammensetzung der Flugbahn aus zwei, oder mehrern Sprüngen, um in besondern Fällen wirksam zu werden, die Wirkungssphäre des Geschosses in Bezug auf den Raum zu erhöhen, demselben also in einzelnen Fällen eine größere Räume beherrschende Macht zu verleihen.

Die Flugbahn, das Mittel zur Fernwirkung des Geschosses, wird in der Fernwirkung desselben (Geschoßwirkung und Schußweite) ihren ersten Bestimmungsgrund finden müssen, demnächst aber wird sie bei ihrer Gestaltung auf die Art und Stellung des Zieles in Bezug auf den Geschützstand, auf Deckung des Zieles gegen direktes Feuer ꝛc. und auf die Beschaffenheit des zwischen dem Geschütz und dem Ziele liegenden Terrains Rücksicht zu nehmen haben.

Die Flugbahn ist ein unmittelbarer Faktor der Geschoßwirkung, mag dieselbe nun auf Stoßkraft, oder auf eine besondere Wirkungsweise begründet sein, denn es ist einleuchtend, daß es für jede Geschoßwirkung mit Bezug auf die Schußweite nur eine Gestalt der Flugbahn gibt, welche der Geschoßwirkung am günstigsten ist. Die erste Aufgabe wäre daher eigentlich, für jede Schußweite die der Wirkung des Geschosses günstigste Gestalt der Flugbahn zu konstruiren, allein in der Wirklichkeit werden sehr häufig eine Menge Umstände die Anwendung dieser günstigsten Flugbahn unstatthaft machen, indem sie der Wahr-

scheinlichkeit des Treffens mit dieser, oft sogar der Möglichkeit direkt entgegentreten.

Man wird deshalb nicht allein oft genöthigt sein, die Flugbahn nach diesen Rücksichten zu bestimmen, sondern man wird auch darauf denken müssen, für die Flugbahn, auf welche man beschränkt worden ist, dasjenige Geschoß wählen zu können, für dessen Wirkung die statthafte Flugbahn am günstigsten ist. Hieraus entsteht die Kombination der Geschoßart mit der Schußart, oder des Geschosses mit der Flugbahn, und diese Kombination ist die in der Wirklichkeit gestellte Aufgabe.

§. 31.

Die Geschwindigkeit des Geschosses.

Die Geschwindigkeit des bewegten Geschosses, ein Erzeugniß der bewegenden Kraft, Ladung, und zwar nicht allein ihrer relativen Größe, sondern auch der Schnelligkeit ihrer Kraftentwickelung, tritt in dreifacher Beziehung als Element der Fernwirkung auf, indem sie 1. die Gestalt und Länge der Flugbahn, Krümmung derselben und Schußweite bedingt, 2. die Wirkung des Geschosses durch Stoß und durch Beherrschung tiefer Räume begründet und endlich 3. tritt sie als einflußreiches Element der Wahrscheinlichkeit des Treffens auf.

Wir wissen aus dem Frühern, daß und nach welchen Gesetzen die Schwerkraft das Geschoß aus der eingeschlagenen Richtung ablenkt und seine Geschwindigkeit verzögert oder beschleunigt. Diese Ablenkung des Geschosses, so wie die Verzögerung oder Beschleunigung seiner Geschwindigkeit finden nach den unveränderlichen Gesetzen des freien Falles Statt und sie sind ihrer Größe nach nur von der Richtung abhängig, in welcher sich das Geschoß bewegt oder seine Bewegung in jedem Augenblicke des Fluges fortzusetzen strebt.

Setzen wir daher die anfängliche Richtung des bewegten Geschosses gleich, so werden in gleichen Zeiträumen dieselben

Ablenkungen und Verzögerungen, resp. Beschleunigungen des bewegten Geschosses erfolgen, wie groß auch immer die Geschwindigkeit des Geschosses sein mag.

Je größer nun die anfängliche und spätere Geschwindigkeit des bewegten Geschosses ist, desto geringer wird der Einfluß der Schwerkraft auf die Gestalt der Flugbahn, auf ihre Krümmung sein, desto flacher fällt die Flugbahn aus.

Eben so werden die durch die Schwerkraft erzeugten Verzögerungen und Beschleunigungen der Geschoßgeschwindigkeiten in den Fällen weniger Einfluß erlangen, wo das Ziel nicht merklich höher oder tiefer liegt, und bei nahe gleich hoher Lage des Zieles und der Geschützmündung ist, wie wir bereits früher gesehen haben, dieser Einfluß der Schwerkraft auf die Geschwindigkeit gleich Null zu erachten.

Hieraus folgt nunmehr unter Voraussetzung einer gleichbleibenden anfänglichen Richtung, gleicher Elevation oder Inklination:

1. Mit der zunehmenden Geschwindigkeit wird die Flugbahn flacher.
2. Der aufsteigenoe Ast wird verhältnißmäßig länger.
3. Das Geschoß vollendet, vom Einflusse des Luftwiderstandes hier abgesehen, den aufsteigenden Ast mit einer größern Geschwindigkeit, gewinnt mithin für dieselben Entfernungen eine größere Endgeschwindigkeit, oder erreicht eine größere Schußweite.

Dieses Gesetz gilt innerhalb der Grenzen, in welchen der Luftwiderstand durch die Zunahme der Geschwindigkeit noch zu keiner nachtheiligen Höhe angewachsen ist.

4. Die Länge der Flugbahn, Schußweite, ist eine Funktion der Anfangsgeschwindigkeit.
5. Die Schußweiten nehmen wegen des schneller steigenden Luftwiderstandes nicht im Verhältnisse der Anfangsgeschwindigkeiten zu.

6. Das Geschoß behält bei größern Anfangsgeschwindigkeiten nach Vollendung des aufsteigenden Astes mehr Triebkraft für die Vollendung des niedersteigenden übrig und wird daher, unter sonst gleichen Umständen, mehr Fähigkeit zu weiterer Bewegung nach dem Aufschlage besitzen, weitere und flachere Sprünge machen, wenn der Einfallswinkel und die Beschaffenheit des Terrains dieß gestatten.
7. Endlich wird auch mit der zunehmenden Geschwindigkeit die durch die Excentricität des Stoßes (Rotation) veranlaßte Ablenkung des Geschosses aus der Richtung der bewegenden Kraft einen verhältnißmäßig geringern Einfluß gewinnen.

Hierin liegt ein weiterer Grund, daß die Lage des Schwerpunktes bei starken Ladungen und geringen Erhöhungen einen geringern Einfluß auf die Größe der Schußweiten äußert.

Aus den vorstehenden Sätzen ergibt sich:

I. Große Anfangsgeschwindigkeiten geben eine flache Flugbahn, einen scharfen Schuß.
II. Große Anfangsgeschwindigkeiten wirken dem Einflusse der Rotation auf die Richtung der Flugbahn entgegen.
III. Mit der Größe der Anfangsgeschwindigkeit wachsen die Schußweiten in schnell abnehmendem Verhältnisse.
IV. Große Anfangsgeschwindigkeiten erzeugen bei entsprechenden Erhöhungen und Terrainverhältnissen eine aus mehrern Sprüngen zusammengesetzte Flugbahn (Rollschuß, Rikoschettschuß).

Die Geschwindigkeit des Geschosses, als unmittelbarer Faktor der Geschoßwirkung, muß entweder eine bedeutende Stoßgewalt begründen, oder der eigenthümlichen Wirkungsweise des Geschosses nicht störend entgegentreten, oder endlich muß sie dem Geschoß eine solche Triebkraft verleihen, daß dasselbe einen raumbeherrschenden Flug anzunehmen vermag.

Im ersten Falle ist ein genaues Maß der Anfangsgeschwin-

digkeit, resp. Endgeschwindigkeit, sobald dasselbe nur nicht zu gering gehalten ist, keineswegs so streng innezuhalten und man hat deshalb mehr Freiheit in der Gestaltung der Flugbahn. Diese Freiheit wird noch dadurch begünstigt, daß man die nothwendige Größe der Stoßgewalt durch schwerere Geschosse und geringere Geschwindigkeiten, oder durch leichtere Geschosse und größere Geschwindigkeiten erzeugen kann.

Auch in dieser Beziehung erscheint das schwerere Geschoß in großem Vortheile über das leichtere, indem das erstere bei hinreichender Stoßkraft eine weit größere Freiheit in der Gestaltung der Flugbahn gewährt.

Wenn aber das Geschoß weniger, oder gar nicht durch Stoß, sondern vielmehr durch besondere ihm verliehene Eigenschaften wirksam werden soll (Zündkraft, Leuchtkraft, Sprengwirkung gegen Truppen oder feste Objekte, Zertheilung in mehrere treffende Stücke ꝛc.), so muß die Geschwindigkeit des Geschosses weit genauer abgemessen werden und man ist viel mehr an bestimmte Flugbahngestalten gefesselt. Diese Beschränkung kann in der Praxis äußerst empfindlich werden, indem man häufig auf die Vortheile dieser besondern Geschoßwirkungen wegen ihrer Empfindlichkeit für die Größe der Geschwindigkeit und die Gestalt der Flugbahn verzichten muß. Bei dergleichen Geschoßgattungen tritt deshalb die Ueberlegenheit des größern Kalibers auch viel stärker, als beim einfachen Stoße hervor, indem dasselbe im Gebrauche der Geschwindigkeiten die unerläßliche Freiheit begründet.

Sowohl im freien Felde, wenn Truppen in mehrern Treffen hintereinander aufgestellt die vorliegenden Räume in größerer oder geringerer Tiefe besetzt halten und sich auf denselben bewegen, als auch im Festungskriege, wo sich besetzte Linien der Länge nach fassen lassen, da bieten diese armirten Räume und Linien die Zielpunkte des Geschosses dar. Es sind Ziele, deren Höhe durch die Größe des Mannes und die Höhe der Aus-

rüstungsgegenstände gegeben ist, deren Tiefe sich durch die Vertheilung im Raume bestimmt. Es ist daher in diesem Falle die Aufgabe, solche Räume ihrer ganzen Tiefe nach innerhalb der oben angedeuteten Höhe zu durchdringen und zwar in derjenigen Richtung, in welcher diese Räume am dichtesten besetzt sind.

Dieses Beherrschen tiefer Räume innerhalb einer ziemlich beschränkten Höhe kann nur durch eine sehr flache Flugbahn, oder durch zahlreiche niedrige Sprünge, oder endlich durch Zertheilung des Geschosses in viele Treffer erreicht werden.

Sowohl die Erzeugung einer flachen, scharf gestreckten Flugbahn fordert eine sehr bestimmt gehaltene Geschwindigkeit, als auch die Beherrschung durch zahlreiche und niedrige Sprünge, da beide den Gebrauch der Erhöhungen bedeutend einschränken. Die flache Flugbahn läßt sich auf weite Entfernungen wegen der dazu gehörigen unmäßigen Geschwindigkeiten nicht anwenden und eben so wenig reicht sie für so tiefe Räume aus, wie sie im freien Felde oft zum Vorschein kommen. In solchen Fällen wählt man die Sprünge als beherrschendes Mittel, oder kombinirt auch wohl bei sehr tiefen Räumen die flache Flugbahn mit den spätern Sprüngen. Durch die erstern bekämpft man die nächsten Ziele, während die weitern Sprünge das dahinter liegende Terrain gefährden.

Die Zertheilung des Geschosses in mehrere Stücke, welche Räume von nicht zu großer Tiefe zu beherrschen vermag, ist sehr empfindlich für das Maß der Geschwindigkeit und die Gestalt der Flugbahn. Da diese Zertheilung am wirksamsten im niedersteigenden Aste und in entsprechenden Entfernungen vom Ziele wird, so darf der niedersteigende Ast nicht steil ausfallen, deshalb ist hier die richtige Kombination der Geschwindigkeit und Erhöhung von äußerster Wichtigkeit für die Wirkung.

In allen Fällen ist demnach die höchste Geschoßwirkung an eine bestimmte Endgeschwindigkeit (Geschwindigkeit im Augen-

blicke des Treffens) geknüpft; deshalb müßte eigentlich dieses vortheilhafteste Maß der Geschwindigkeit den ersten und einzigen Bestimmungsgrund für die Gestaltung der Flugbahn abgeben, welche dadurch auf sehr wenige, nur durch die Entfernungen modifizirte Gestalten zurückgeführt werden würde. Allein nicht immer sind in der Wirklichkeit die Bedingungen so gestellt, daß man die günstigste Geschwindigkeit und Flugbahngestalt in Anwendung bringen kann, in den bei Weitem meisten Fällen sind nicht alle die zahlreichen Umstände, welche auf die Gestalt der Flugbahn einen unmittelbaren Einfluß ausüben, so gestellt, daß man nach der höchsten Geschoßwirkung streben kann.

Man muß sich deshalb begnügen, wenn man der höchsten Wirkung sich nähern darf.

Aus vorstehenden Betrachtungen würde zu folgern sein:

V. Die Geschoßwirkung verlangt ein mehr oder weniger bestimmtes Maß der Geschwindigkeit und eine bestimmte Gestalt der Flugbahn.

VI. In der Wirklichkeit muß man sich begnügen, unter den von den Umständen gestatteten Flugbahngestalten die der Geschoßwirkung günstigste zu wählen nud für diese alsdann die Geschwindigkeit zu bestimmen.

Wenn man in der Praxis, wie z. B. bei den Feldkanonen vorzugsweise, den eben ausgesprochenen Satz mehr oder weniger vernachlässigt und eine fast unabänderlich dastehende Geschwindigkeit (Ladung) zur Anwendung kommen sieht, so ist dieß in dergleichen Gebrauchsfällen durch ganz besonders dringende Rücksichten hervorgerufen und dadurch gerechtfertigt, daß man in allen Fällen eine Triebkraft anwendet, welche auch für die höchsten, dem Geschoß und Geschütz auferlegten Leistungen hinreicht, in den meisten Fällen also mit der Triebkraft über das vorhandene Bedürfniß hinausgeht.

In Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens endlich

wirkt die Geschwindigkeit des Geschosses in einem sehr verschiedenen Grade.

Wenn man das Ziel mit dem aufsteigenden Aste treffen kann und will, so wird die Wahrscheinlichkeit des Treffens um so größer, je weniger das Geschoß aus der Richtung abgelenkt wird, je gestreckter der aufsteigende Ast, je größer die Geschwindigkeit, je schärfer der Schuß ist.

Soll dagegen das Ziel mit dem niedersteigenden Aste treffen, so daß es bereits eine merkliche Ablenkung durch die Schwerkraft erlitten hat, so ist die Wahrscheinlichkeit des Treffens durch die richtige Kombination der Geschwindigkeit und Elevation nach Maßgabe der Entfernungen bedingt, so daß in diesem Falle die Geschwindigkeit nicht mehr isolirt gedacht werden kann. Es ist nothwendig, sich diese Wahrheit lebhaft zu vergegenwärtigen, weil dieselbe in der Praxis nicht so scharf hervortreten kann, indem auch hier eine Menge von Umständen der starren Festhaltung eines einzelnen wissenschaftlichen Satzes entgegentreten.

Wir folgern hieraus schließlich:

VII. Wenn das Ziel mit dem aufsteigenden Aste getroffen werden soll oder kann, so steigt die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit der Größe der Geschwindigkeit oder der Schärfe des Schusses.

VIII. Trifft man dagegen das Ziel erst mit dem niedersteigenden Aste, so ist die Wahrscheinlichkeit des Treffens durch die richtige Kombination der Geschwindigkeit und Elevation gegeben und diese beiden Elemente können hierbei nicht mehr getrennt werden.

§. 32.

Die Elevation.

Die Elevation (anfängliche Richtung des bewegten Geschosses gegen die Wagerechte) tritt wie die Geschwindigkeit in dreifacher Beziehung auf, als Element der Flugbahn, als Ele-

ment der Wirkung und als Element der Wahrscheinlichkeit des Treffens.

Setzen wir bei unsern nachfolgenden Erörterungen über die Elevation die anfängliche Geschwindigkeit und alle übrigen Umstände als gegeben voraus, so ist es von Hause aus einleuchtend, daß mit der wachsenden Elevation die Flugbahn gekrümmter, der Weg, welchen das Geschoß zu durchlaufen hat, länger und der Einfallswinkel des Geschosses steiler wird, mithin auch die etwaigen Sprünge des Geschosses nach dem ersten Aufschlage kürzer und höher ausfallen. Hieraus ergibt sich, daß mit der wachsenden Elevation die Endgeschwindigkeit des Geschosses wegen der längern Einwirkung des Luftwiderstandes geringer ausfallen wird, während auf der andern Seite die Flugbahn von den Eigenthümlichkeiten des Terrains zwischen dem Geschütz und dem Ziele unabhängiger wird und geeigneter, die Ziele hinter vorliegenden Deckungen aufzusuchen, liegende Ziele zu bekämpfen und Räume zu gefährden, welche dem flachgestreckten Schusse entzogen sind.

Wir wissen aus dem Frühern, daß jeder Anfangsgeschwindigkeit, wenn von der Schwerkraft abgesehen wird, eine gewisse, durch den Luftwiderstand begrenzte Flugweite, Triebkraft, zukommt, daß aber durch die Einwirkung der Schwerkraft die der Triebkraft entsprechende größte Schußweite wegen der beschleunigten Ablenkung des Geschosses zur Erde hin nicht erreicht werden kann, wenn dem Falle des Geschosses nicht entgegengewirkt wird.

Da nun durch die Elevation, unter welcher das Geschoß seine Bewegung antritt, die Flugbahn gekrümmt, der Weg des Geschosses bei gleicher horizontaler Schußweite verlängert wird, da ferner durch die Anfangsgeschwindigkeit und den der Bewegung entgegentretenden, der Anfangsgeschwindigkeit entsprechenden Luftwiderstand ein bestimmtes Maß der Triebkraft, mithin auch der Flugzeit gegeben ist, und da zu jeder gegebenen Flug-

zeit eine durch die unveränderlichen Gesetze des freien Falles bestimmte Fallhöhe gehört, so folgt daraus, daß diejenige Elevation die größte Schußweite gibt, welche das Geschoß so weit erhebt, daß es für die der Triebkraft des Geschosses entsprechende Flugzeit die ausreichende Fallhöhe gewinnt, weil es bei jedem andern Richtungswinkel entweder zu früh die Erdoberfläche erreichen muß, oder wegen der mit der wachsenden Elevation verbundenen stärkern Krümmung der Flugbahn zu spät, in beiden Fällen aber in kürzerem Abstande vom Geschütz.

Bis zu jener durch die Fallhöhe gegebenen Grenze wachsen die Schußweiten mit der steigenden Elevation, aber in einem weit geringeren Verhältnisse, weil die Gestaltung der beiden Aeste der Flugbahn von einander verschieden ist und diese Verschiedenheit von der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses und der Elevation abhängig ist.

Die Schußweiten sind daher Funktionen der Anfangsgeschwindigkeiten und der Richtungswinkel, und zwar der Anfangsgeschwindigkeiten mit dem an sie geknüpften Einschlusse des Luftwiderstandes.

Ohne den Einfluß des Luftwiderstandes; mithin bei einer nur durch die Schwerkraft geänderten Geschwindigkeit des Geschosses, würden beide Aeste der Flugbahn eine gleiche Gestalt und Richtung erhalten und die Wirkungen der Schwerkraft auf die Geschwindigkeit und Richtung des Geschosses würden sich bei gleicher Länge beider Aeste wieder ausgleichen müssen. Hieraus würde folgen, daß die Elevation von 45° die größte Schußweite ergeben müßte, weil für diesen Winkel sinus = cosinus ist, mithin von Hause aus die Verzögerung der Geschoßgeschwindigkeit und die Ablenkung aus der anfänglichen Richtung gleich groß sind. Wegen der Kongruenz beider Aeste müssen dann auch am Ende des gleich langen absteigenden Astes die Endgeschwindigkeit und die Endrichtung der Anfangsgeschwindigkeit und dem Richtungswinkel gleich sein. Bei jedem andern

Richtungswinkel ist der ablenkende Einfluß der Schwerkraft kleiner oder größer, als die verzögernde, resp. beschleunigende Wirkung derselben sowohl am Anfange, als am Ende der Flugbahn, so daß das Geschoß entweder zu viel oder zu wenig gehoben wird. Der Luftwiderstand ändert dieses normale Verhältniß um so mehr, je größer die Anfangsgeschwindigkeit ist.

Hieraus erklärt es sich, daß bei Kanonen der Richtungswinkel der größten Schußweite viel niedriger liegt, als bei Haubitzen und Mörsern, weil bei den ersten die stärksten, bei den letzten die schwächsten Ladungen im Verhältnisse zum Gewicht des Geschosses üblich sind. Wenn es daher heißt, daß man bei Kanonen die größte Schußweite unter 15—20°, bei Haubitzen unter 30—35° und bei Mörsern unter 40—45° erreicht, so sind hierbei stets gewisse Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) verstanden und diese Sätze verlieren ihre Giltigkeit, sobald die Anfangsgeschwindigkeiten geändert werden. Man würde deshalb beispielsweise bei einer Haubitze und bei einem Mörser von gleichem Kaliber und bei gleichem Gewicht der Geschosse die größte Schußweite für eine gegebene Ladung unter gleichen Richtungswinkeln erreichen, sobald nur die Rohrlänge mit der Größe der Ladung in richtigem Verhältnisse steht.

Stellen wir den Inhalt des eben Erörterten in gedrängterer Uebersicht zusammen, so folgt:

1. Die Elevation krümmt und verlängert die Flugbahn.
2. Sie vermindert die Endgeschwindigkeit des Geschosses.
3. Für jede Anfangsgeschwindigkeit gibt es eine Elevation der größten Schußweite und zwar fordert die größere Anfangsgeschwindigkeit eine geringere Elevation. Das Verhältniß beider Elemente ist kein einfaches, sondern ein durch den veränderlichen Luftwiderstand sehr verwickeltes.
4. Die Schußweiten wachsen in einem viel geringern und sehr schnell abnehmenden Verhältnisse mit den Richtungswinkeln.

5. Die Elevation macht die Flugbahn fügsam in die Art und Stellung der Ziele und in die Zufälligkeiten des Terrains ꝛc.

Hieraus schließen wir:

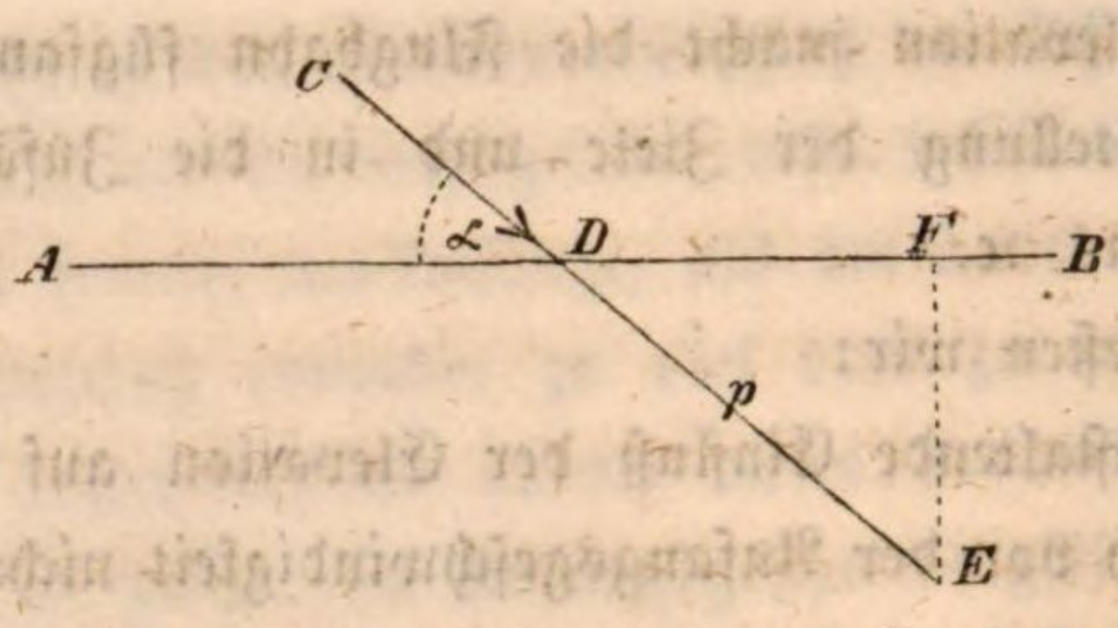
I. Der gestaltende Einfluß der Elevation auf die Flugbahn läßt sich von der Anfangsgeschwindigkeit nicht trennen und getrennt behandeln.

II. In der Praxis ist stets festzuhalten, daß Ladungen und Elevationen in ein der Wirkung nachtheiliges Verhältniß gebracht werden können, daß man daher für einseitige Aenderungen in einer oder der andern Richtung gewisse Grenzen nicht überschreiten darf.

III. Man wird deshalb in der Wirklichkeit die Vergrößerung der Schußweiten bald mit größerem Erfolge durch die Ladungen, bald durch die Elevationen bewirken. Auch kann man durch die Umstände zu der einen oder der andern Methode gezwungen sein und man muß sich dann der bessern Methode nach Möglichkeit zu nähern suchen.

Betrachten wir nunmehr den Einfluß der Elevation auf die Wirkung des Geschosses, so werden wir auch hier die Wirkung durch Stoß von der durch besondere Eigenthümlichkeiten des Geschosses begründeten trennen müssen.

Wir wissen aus dem Vorangegangenen, daß die Stoßwirkung weniger empfindlich für ein sehr genaues Maß der Stoßkraft ist, sobald dieselbe nur überhaupt nicht zu gering ist, daß daher in dieser Beziehung der Einfluß der Elevation auf die Größe der Endgeschwindigkeiten bis zum Minimum der Stoßkraft keine störende Einschränkung bei der Gestaltung der Flugbahn erzeugen würde. Allein die Elevation hat einen bedeutenden Einfluß auf die Größe der Stoßkraft durch die von ihr abhängige Richtung des Stoßes gegen die dem Stoße entgegentretende Zielfläche.



Wenn AB diese Zielfläche bedeutet, gegen welche das Geschoß in der Richtung CD unter dem ∠α stößt und stellen wir uns die Triebkraft des Geschosses so groß vor, daß es beim senkrechten Stoße gegen AB die eindringende Kraft DE repräsentiren würde, so wird für den ∠α der Stoßrichtung und DE = p gesetzt, das Geschoß nur eine Tiefe des Eindringens, oder einen senkrechten Stoß = FE = p sin α auszuüben vermögen, während p cos α die Ablenkung des Geschosses in der Richtung DB angibt. Abgesehen von der Beschaffenheit des Zieles in materieller Beziehung und von der Rückwirkung, Widerstandsfähigkeit desselben gegen diese Stoßrichtung, liegt also in der schiefen Richtung des Stoßes eine merkliche Verminderung seiner Kraftäußerung.

Kommt es nicht gerade auf das Eindringen des Geschosses in die Materie des Zielobjektes an und ist p sin α noch hinreichend zur Erschütterung und Zerstörung desselben, so ist zwar das Abspringen des Geschosses von der Zielfläche nicht so ängstlich zu vermeiden, allein man muß doch immer diesen Einfluß der Elevation als nachtheilig für die Stoßgewalt ansehen. Das Abspringen des Geschosses ist sehr abhängig von der Beschaffenheit der Materie des Zieles und eben so von der Endgeschwindigkeit des Geschosses. Ist die Oberfläche des Zieles nicht so fest, daß das Geschoß keinen merklichen Eindruck in dieselbe beim ersten Anschlage macht, oder ist sie nicht so beschaffen, daß sich die Materie des Objektes vor dem eindringenden Geschosse leicht zusammenschiebt, zusammenpreßt und zur Seite ausweicht, wie dieß bei der Erde, wenn sie nicht zu locker

ist, oder beim Wasser beispielsweise der Fall ist, setzt die Materie vielmehr dem Ausweichen ihrer Theile vor dem eingedrungenen Geschosse einen bedeutenden Widerstand entgegen, welcher die Zurücklenkung des Geschosses nicht zuläßt, ist also die Oberfläche des Zieles so weich, daß das Geschoß leicht in dieselbe eingedrückt wird, dabei aber die Materie des Zieles doch so konsistent und zusammenhängend, daß das Geschoß nicht wieder zurückgeschnellt werden kann, so ist das Abprallen des Geschosses nur bei sehr flachen Winkeln zu fürchten.

Eben so wird eine zu große Endgeschwindigkeit, ein zu heftig, zu schnell wirkender Stoß, welcher der Materie gar nicht Zeit läßt, nachzugeben, das Abprallen des Geschosses viel eher eintreten lassen, als eine geringe Endgeschwindigkeit, ein mehr die Natur des Druckes annehmender Stoß.

Wenn man daher schief gegen die Zielfläche steht, oder höhere Elevationen nicht umgehen kann, so muß man die Stoßgewalt aus schweren Geschossen und geringern Geschwindigkeiten kombiniren, indem leichte Geschosse und große Geschwindigkeiten den schiefen Stoß nicht ohne großen Verlust zu ertragen vermögen.

Mit der wachsenden Elevation wird daher der Stoß gegen aufrechtstehende Ziele merklich geschwächt und wo diese nicht zu umgehen ist, da muß man sich sehr schwerer Geschosse und geringerer Endgeschwindigkeiten bedienen. Die Stoßgewalt gegen liegende Zielflächen wird durch die Fallhöhe der Geschosse erzeugt, man wird daher in diesem Falle sich dem senkrechten, wirksamsten Stoße nur durch sehr steile Einfallswinkel, sehr hohe Elevationen und bedeutende Fallhöhen nähern können.

Was nun die Sprengung der Geschosse betrifft, wenn dadurch die Materie des Objektes auseinander gerissen, zertrümmert werden soll, also die minenartige Wirkung derselben, so ist dieselbe wesentlich auf Eindringen in das Objekt, also auf ein bedeutendes Maß der Stoßkraft gegründet und für diese Wir-

kungsweise des Geschosses gilt das bereits Gesagte, wie für den einfachen Stoß.

Soll das Geschoß hingegen an der Oberfläche des Erdbodens beim ersten Aufschlage liegen bleiben, wie die gegen Truppen, welche hinter Deckungen, oder auf dem zu gefährdenden Raume vertheilt stehen, zur Anwendung kommenden Sprenggeschosse, so ist dieses Liegenbleiben mit dem ersten Aufschlage von einem der Endgeschwindigkeit und der Terrainbeschaffenheit entsprechendem Elevationswinkel abhängig, welcher stets im minimo zu wählen ist, damit das Geschoß nicht in den Boden einschlagen kann.

Ganz eben so scharf muß der Richtungswinkel für Brand- und Leuchtgeschosse abgemessen werden, von denen die erstern nicht zu tief, die letztern gar nicht einschlagen dürfen.

Für die Zertheilung der Geschosse während des Fluges, um das Ziel mit mehrern Stücken zu treffen (Hohlgeschosse, Shrapnells, Kartätschen), ist eine richtige Kombination der Elevation und Geschwindigkeit vom wesentlichsten Einflusse auf die Geschoßwirkung.

Wenn man bei der Anwendung der Kartätschen in der Wirklichkeit keine so große Sorgfalt auf die Kombinirung der Richtung und Geschwindigkeit verwenden sieht, so muß man den heftigen Verlauf des mit Kartätschen geführten Kampfes und die Unvollkommenheit des Kartätschschusses seiner Geschoßnatur nach berücksichtigen, auch darf man bei derartigen Mängeln der praktischen Anwendung zuweilen nicht übersehen, daß langjährige Gewohnheiten und Vorurtheile sehr ungern aus dem bequem gewordenen Geleise heraustreten und daher oft für das Alte eben so viele Gründe zum Vorschein bringen, als sie dem Neuen praktische Bedenklichkeiten entgegenstellen.

Was die Beherrschung des Terrains betrifft, so wird dieselbe durch die wachsenden Elevationen steigend vermindert, weil die niedersteigenden Aeste immer steiler, die spätern Sprünge

immer kürzer und höher werden. Dagegen ist die Beherrschung der gegen direktes Feuer gedeckten Räume (das Innere von Schanzen, Ortschaften, Gehölzen, die Linien und Werke der Festungen ꝛc.) nur durch angemessene Elevationen zu erwirken, welche ziemlich genau gehalten werden müssen.

Aus dem Vorstehenden leiten sich folgende Sätze ab:

6. Die Elevation ist der Stoßgewalt gegen aufrecht stehende Ziele nachtheilig, indem sie einen schiefen geschwächten Stoß erzeugt.
7. Leichte Geschosse und große Endgeschwindigkeiten lassen sich nicht gut mit dem schiefen Stoße vereinigen, ertragen daher keine bedeutendern Elevationen.
8. Bei der Stoßgewalt gegen liegende Ziele wird die Fallhöhe ein Element der Stoßkraft, daher haben hier sehr bedeutende Elevationen den doppelten Zweck, eine bedeutende Fallhöhe und eine möglichst lothrechte Fallrichtung zu erzeugen.
9. Innerhalb gewisser Grenzen erträgt der Stoß eine Veränderung der Elevationen und gestattet eine genügende Fügsamkeit der Flugbahn.
10. Für die Wirkung der Geschosse durch besondere Eigenthümlichkeiten derselben muß die Elevation viel sorgfältiger berücksichtigt werden, um nicht an der Wirkung zu verlieren.
11. Größere Elevationen eignen sich nicht zur Beherrschung sehr tiefer Räume und sind nur gegen gedeckte Räume von nicht zu großer Ausdehnung anzuwenden.

Fassen wir diese Sätze in größerer Kürze, so folgt:

IV. Gegen aufrecht stehende Ziele und für die Wirkung durch besondere Eigenthümlichkeiten der Geschosse muß man die zulässig niedrigste Elevation, gegen liegende Ziele dagegen die höchste anzuwenden suchen.

V. Sind gegen aufrechte Ziele bedeutendere Elevationen nicht

zu umgehen, so suche man die Stoßgewalt durch schwere Geschosse und geringe Endgeschwindigkeiten zu erreichen.

VI. Gegen freiliegende tiefe Räume sind die möglichst geringsten, gegen gedeckte, weniger tiefe Räume höhere Elevationen anzuwenden.

VII. In allen Fällen müssen Elevation und Geschwindigkeit als unzertrennliche Wechselwirkungen behandelt werden.

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens gegen aufrecht stehende Ziele wird durch die wachsende Elevation vermindert, indem mit derselben die Steilheit des Einfallswinkels zunimmt und dadurch der Raum kleiner wird, innerhalb dessen jeder Gegenstand von der Höhe des Zieles getroffen werden muß.

Gegen wagerechte Ziele dagegen nimmt die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit der wachsenden Elevation, mit der größern Steilheit des niedersteigenden Astes zu und zwar in demselben Grade, in welchem mit der zunehmenden Elevation die Unterschiede in den Schußweiten oder die sogenannten Längenstreuungen abnehmen. Wir erhalten demnach:

VIII. Mit der Zunahme der Elevation nimmt die Wahrscheinlichkeit des Treffens aufrecht stehender Ziele ab, dagegen wagerechter Ziele zu.

§. 33.

Die Flugbahn der Raketen.

Bevor wir zu der weitern Betrachtung der Flugbahnen, wie sie in der Praxis gestaltet und klassifizirt werden, übergehen, wollen wir die Elemente des Raketenfluges und die daraus folgenden Eigenschaften hier einschalten.

Die Rakete unterscheidet sich von den übrigen Geschossen dadurch, daß sie eine cylindrische Gestalt besitzt und mit der bewegenden Kraft in der Form eines Treibsatzes verbunden ist, welcher die ihm zugehörige Kraftäußerung nicht durch einen kurzen Stoß gegen das Geschoß, sondern in einem längere Zeit

hindurch andauernden Drucke ausübt, so daß dieser Druck meist den größten Theil der Flugzeit hindurch wirkt. So lange dieser Druck gegen das Geschoß Statt findet, wird seine Bewegung beschleunigt werden, wie dieß auch bei den gewöhnlichen Geschossen innerhalb der sehr kurzen Zeit Statt findet, in welcher sie die Seele der Geschützröhre durchlaufen.

Wir erhalten demnach bei der Flugbahn der Raketen einen mit beschleunigter Geschwindigkeit zurückgelegten Theil und einen mit verzögerter.

Durch die mit der fortdauernden Kraftentwickelung verbundene Abnahme des Treibsatzes ändert sich das Gewicht der Rakete und die Lage ihres Schwerpunktes fortwährend, und diese Aenderung trifft vornehmlich den beschleunigten Theil der Flugbahn.

Wir haben demnach für die Flugbahn der Rakete zwei wesentlich verschiedene Grundlagen, nämlich 1) beschleunigte Bewegung bei veränderlichem Gewicht der Rakete und veränderlichem Schwerpunkte, und 2) verzögerte Bewegung mit konstantem Gewicht und Schwerpunkte.

Um dem Fluge der Rakete eine stetige Richtung zu verleihen, so weit dieß erreichbar ist, hat man dieselbe mit einem Stabe (der Ruthe) verbunden, welcher durch seine Länge und sein Gewicht das Ganze dergestalt normiren muß, daß der Schwerpunkt außerhalb der Rakete in die Ruthe selbst verlegt wird, so daß die treibende Kraft den Schwerpunkt des Ganzen von Anbeginn ihrer Wirkung gewissermaßen hinter sich herziehen muß. Wenn der Schwerpunkt von Hause aus in der Rakete selbst läge, so würde dieselbe sich in den meisten Fällen überschlagen, weil die Schwerkraft den vordern Theil der Rakete herabdrücken müßte. Offenbar bildet die richtige Lage des Schwerpunktes bei der Rakete eine der wichtigsten Fragen, deren Lösung um so verwickelter wird, als man dabei von Hause aus an das Verrücken desselben im Laufe der Brennzeit denken muß.

Liegt der Schwerpunkt zu weit hinter der Rakete, so wird die zu große Ueberwucht der Ruthe die Rakete in die Höhe richten und dadurch in der entgegengesetzten Richtung das Ueberschlagen oder Umkehren der Rakete zur Folge haben. Wird nun im Laufe der Brennzeit die Lage des Schwerpunktes bedeutend verändert, so ist die Richtung der Rakete jedesmal gefährdet.

Die erste Sicherstellung des Raketenfluges knüpft sich daher an die Lage des Schwerpunktes außerhalb der Rakete in einer gewissen Entfernung hinter derselben und an die möglichst geringe Verschiebung desselben im Laufe der Brennzeit.

Die Lage außerhalb wird durch das Verhältniß zwischen dem Gewicht der Rakete und dem der Ruthe, so wie durch die beiden zugemessene Länge begründet. Die Entfernung des Schwerpunktes von der Rakete, so wichtig für den gleichgewichtigen Flug derselben, muß dergestalt abgemessen sein, daß die Hinterwucht der bewegten Rakete in Bezug auf den Angriffspunkt der treibenden Kraft keine zu bedeutende Größe erlangen kann. Der Angriffspunkt der treibenden Kraft, welcher durch die in jedem Augenblicke in Brand gerathene Satzschicht gegeben ist, rückt während der Brennzeit immer mehr nach vorn, während der Schwerpunkt sich gleichzeitig von der Rakete entfernt. Dadurch wächst aber in jedem Augenblicke der Abstand dieser beiden wichtigen Punkte und mithin auch der Hebelsarm der Hinterwucht, also das Moment derselben. Von dem Verhältnisse der Größe des Hinterwuchtsmoments zu derjenigen der treibenden Kraft, so wie von der Veränderlichkeit dieses Verhältnisses ist die Regelung des Raketenfluges in erster Instanz abhängig.

Je richtiger von Hause aus das Verhältniß dieses Hinterwuchtsmomentes zum Gewicht des Ganzen und zur Größe der Triebkraft gegeben ist und je weniger dasselbe durch das Ausbrennen des Satzes gestört wird, desto gesicherter wird die Richtung des Raketenfluges werden.

Die Verschiebung des Schwerpunktes wird aber um so geringer sein, je geringer das Gewichtsverhältniß des Treibsatzes zur Rakete ausfällt, je mehr Gewicht durch die Konstruktion in die Nähe des Schwerpunktes gebracht und je mehr das Gewicht der Satzsäule an den Schwerpunkt herangerückt ist. Der Angriffspunkt der treibenden Kraft wird um so weniger sich verschieben, je kürzer die Satzsäule ausfällt.

Wir sehen hieraus, wie schwierig und verwickelt die Aufgabe der Raketenbalance ist, von welcher die Sicherheit des Fluges und die Brauchbarkeit dieser Geschosse so abhängig sind.

Die hier entwickelten Prinzipien der Raketenbalance, einen möglichst großen Theil des Totalgewichtes in die Nähe des Schwerpunktes zu rücken, die Satzsäule in seine Nähe zu bringen und möglichst kurz zu konstruiren, machen den einfachsten, leichtesten Theil der ganzen Aufgabe aus. Die Entfernung des Schwerpunktes hinter dem Treibsatze, das Verhältniß der Hinterwucht zum Totalgewicht und zur Größe und Heftigkeit der treibenden Kraft sind diejenigen Konstruktionselemente, an welchen die Raketenkonstruktion so lange gescheitert ist. Es liegt nicht in der Absicht dieser Betrachtungen, in die Konstruktionsdetails näher einzugehen, es war vielmehr nur darum zu thun, einen klaren Blick in das Wesen der Rakete und ihres Fluges zu begründen und die Aufmerksamkeit auf diese für den Flug so wichtigen Elemente zu richten.

Kehren wir nunmehr zur Betrachtung des Raketenfluges zurück, so tritt uns das Element der beschleunigten Bewegung als erste Frage entgegen. Hierbei handelt es sich zunächst darum, ob die Beschleunigung eine gleichförmige ist oder nicht. Setzt man eine cylindrische Satzsäule voraus, von der in gleichen Zeiten gleiche Satzschichten ausbrennen, so wird dennoch die Beschleunigung als keine gleichförmige angesehen werden dürfen, weil erstens sich das Gewicht der Rakete vermindert und weil zweitens mit dem allmähligen Ausbrennen des Satzes der

Weg, den das ausströmende Gas bis zur Mündung der Raketenhülse zu durchlaufen hat, länger, also auch die von der Hülse zusammengehaltene Gassäule größer, mithin ihre Rückwirkung stärker werden muß. Dazu kommt noch, daß mit dem Wachsen dieser in der Hülse zusammengehaltenen Satzsäule die Hitze steigend zunimmt, die Verbrennung des Satzes dadurch beschleunigt und die Spannkraft des entwickelten Gases erhöhet werden muß, daß also ein gleichmäßiges Ausbrennen gar nicht vorausgesetzt werden darf. Hieraus folgt, daß die Beschleunigung eine ungleichförmige und zwar eine steigende ist, wenn wir eine cylindrische Satzsäule von gleichförmiger Dichtigkeit voraussetzen.

Ohne Zweifel würde es am vortheilhaftesten für die Regelung des Raketenfluges sein, wenn sich in jedem Augenblicke eine gleich große Triebkraft erzeugen ließe, so daß eine gleichförmige Beschleunigung daraus hervorginge, allein die eben angedeuteten, hierauf wirkenden Elemente lassen leicht erkennen, daß die Erzeugung einer unveränderlichen Größe der Triebkraft sehr große Schwierigkeiten haben muß.

Hieraus ergibt sich für den ersten Theil des Raketenfluges eine ungleichförmige Zunahme der Geschwindigkeiten, welche so lange Statt finden wird, bis der Luftwiderstand, falls die Brennzeit der Satzsäule so lange dauert, der weitern Zunahme Schranken setzt und eine gleichförmige Geschwindigkeit erzeugt, welche in dem Augenblicke in verzögerte Bewegung übergeht, wo die Satzsäule ausgebrannt ist und die Rakete nunmehr bei ihrer weitern Bewegung von dem ihr innewohnenden Beharrungsvermögen zehrt.

Bringen wir mit diesem Elemente der Bewegungsgröße die Schwerkraft in Verbindung, so muß sich eine höchst verwickelte Flugbahngestalt ergeben.

Im beschleunigten Theile des Fluges kann der ablenkende Einfluß der Schwerkraft, welcher sich nach Maßgabe der Ge-

schwindigkeitszunahme auch schwächer aussprechen wird, durch die zunehmende, die Ruthe abwärts drückende Hinterwucht nicht allein ganz aufgehoben, sondern die Rakete sogar nach oben gelenkt werden. Dieser Theil der Flugbahn ist daher von der veränderlichsten Gestalt, kann geradlinig, regelmäßig, aber auch äußerst ungeregelt, nach unten oder nach oben gekrümmt sein.

Es kommt Alles darauf an, die hier wirkenden Elemente zu regeln, um dem Fluge der Rakete nur einigermaßen Form zu geben. Tritt nach der Beschleunigung noch eine Zeit hindurch gleichförmige Bewegung ein, so wird dieselbe durch die Schwerkraft eine parabolische Krümmung erleiden, während bei der verzögerten Bewegung die Schwerkraft in der bekannten Weise auf die Flugbahn einwirken muß.

Aus dem Vorangehenden ergibt sich, daß die Flugbahn der Rakete eben so verwickelt, als schwierig zu regeln ist. Wenn man aber noch den Einfluß der bewegten Luft auf einen Geschoßkörper, wie ihn die mit der Ruthe verbundene Rakete darbietet, in Rechnung zieht, so wird die Rakete stets als ein sehr empfindliches Geschoß betrachtet werden müssen, dessen Gebrauch großen Beschränkungen und Zufälligkeiten unterworfen ist.

Die Elevation ist bei der Rakete von demselben Einflusse auf die Flugweiten, wie beim gewöhnlichen Geschoß, und hat auch eine ähnliche Einwirkung auf die Flugbahngestalten, nur wirkt hier der Umstand sehr wesentlich mit, daß die Rakete ihrer Natur nach nicht recht geeignet ist, geregelte Aufschläge und Sprünge zu machen. Man wird daher in den meisten Fällen auf Ricoschettiren der Raketen verzichten müssen und die Beherrschung tiefer Räume durch einen flachgestreckten Flug erreichen.

Eben so ist bei der Anwendung der Elevationen die Hinterwucht der Rakete ein einflußreiches Element, so daß für eine gegebene Hinterwucht nicht alle Elevationen ohne merklichen

Nachtheil auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens Anwendung finden können.

Es verdient hier noch Erwähnung, daß die Rakete innerhalb ihres beschleunigten Fluges eine eindringende Kraft besitzt, welche die der übrigen Geschosse um ein Bedeutendes übertrifft; sie verdankt diese Ueberlegenheit der mit ihr verbundenen Triebkraft, welche ihr Eindringen durch einen nachhaltigen, mit dem Widerstande steigenden, Druck befördert.

Nach Allem, was sich aus der Natur der Raketen schließen läßt, darf man keine übertriebenen Hoffnungen auf die Zuververlässigkeit ihrer Flugbahngestalt setzen, auch wenn man die großen Fortschritte der neuern Fabrikation und die noch zu erwartenden nach voller Gebühr würdigt.

§. 34.

Charakteristik der Flugbahnen (Schußarten).

Wenn man sich Ziel und Geschützmündung in einem gegebenen Abstande denkt und dabei vor der Hand annimmt, daß weder die Lage und Beschaffenheit des Zieles, noch die Konstruktion des Geschützes bei der Flugbahngestalt zu berücksichtigen wären, so lassen sich zwischen den beiden genannten Punkten unzählige Flugbahngestalten, als eben so viele verschiedene Kombinationen der Anfangsgeschwindigkeit und des Richtungswinkels, konstruiren. Man erhält bei dieser Annahme drei wesentlich verschiedene Klassen, je nachdem man beabsichtigt, das Ziel mit dem ersten Aufschlage des Geschosses, oder mit einem spätern, oder endlich mit dem letzten (Totalschußweite) zu treffen.

Insofern bei der ersten Klasse von Flugbahnen (Schußarten) keine andern als die unmittelbar mit der Bewegung des Geschosses verbundenen, zu derselben gehörigen, Elemente ins Spiel kommen, während bei den beiden andern Klassen die Wirkungen der erfolgten Aufschläge, die Beschaffenheit des Terrains ꝛc. zur Sprache gebracht werden, insofern erscheint es am

bezeichnendsten, die erste Klasse unmittelbare Schüsse zu nennen, die beiden andern dagegen mittelbare.

Die unmittelbaren Schüsse, deren Flugbahnen nur durch die Anfangsgeschwindigkeit und Richtungswinkel bedingt sind, sind nicht allein in Bezug auf die Trefffähigkeit des Zielpunktes die zuverlässigsten, sondern sie gestatten auch die reichhaltigste Nüancirung ihrer Flugbahngestalt, der Geschwindigkeit des Geschosses am Ziele, der Größe des Stoßes, der Richtung, unter welcher das Geschoß ins Ziel einschlägt, und somit haben sie die meiste Fähigkeit, sich der Wirkungsweise des Geschosses am vortheilhaftesten anzupassen. Am unabhängigsten von der Lage, Gestalt und Beschaffenheit des Zieles, von der Einwirkung des Terrains wird der unmittelbare Schuß überall da zur Anwendung kommen müssen, wo es darauf ankommt, den gegebenen Zielpunkt zu treffen, wo jeder Fehlschuß völlig wirkungslos verloren geht, wo Ziele von geringer Oberfläche, wagerechte oder durch vorliegende Brustwehren ꝛc. gedeckte Ziele zu bekämpfen sind, wo es auf große Stoßkraft oder auf bestimmt abgemessene Endgeschwindigkeiten und auf gewisse Einfallsrichtungen der Geschosse ankommt. In allen diesen Fällen sind vorherige Aufschläge sorgsam zu vermeiden, weil durch diese die fernere Flugbahngestalt und die Endgeschwindigkeit bedeutende Störungen erleiden und der Natur der Sache gemäß nicht mit der nöthigen Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu regeln sind. Endlich werden die unmittelbaren Schüsse überall da angewendet werden, wo die mittelbaren durch das Terrain und die Lage ꝛc. des Zieles unstatthaft sind. Ueberhaupt muß es als Grundsatz festgehalten werden, nur in solchen Fällen die mittelbaren Schüsse anzuwenden, wo das Terrain und die Art der zu bekämpfenden Ziele dazu einladen, in allen andern Fällen aber den unmittelbaren Schuß als Regel zu betrachten.

Die unmittelbaren Schüsse werden in der Praxis zu den mannichfachsten Zwecken angewendet nnd haben demgemäß ver-

schiedene Benennungen erhalten, unter welchen sie hier näher betrachtet werden mögen.

1. Der sogenannte Bogenschuß bei Feldgeschützen. Die Benennung Bogenschuß ist eine sehr uneigentliche und kann der Natur der Sache gemäß keiner Schußart ausschließlich beigelegt werden. Bei Feldgeschützen drückt sie nichts als den Gegensatz zum Rollschuß aus und wird auch hier in diesem Sinne aufzugreifen sein.

Das Wesen des Bogenschusses bei Feldgeschützen beruht mit Ausnahme einer noch anzudeutenden Modifikation der Bogenwürfe aus Haubitzen darauf, daß die Anfangsgeschwindigkeit (Ladung) für alle Entfernungen gleich groß genommen und nur die verschiedenen Elevationen (die Schußweiten) verändert werden. Es ist früher erwähnt worden, daß mit der höhern Elevation der Widerstand des Geschosses gegen die bewegende Kraft wächst und so die Elevation die Anfangsgeschwindigkeiten zu vergrößern vermag. Dieser Umstand wirkt allerdings auf die ungleichförmige Wirkung gleich großer Ladungen bei verschiedenen Elevationen hin, allein bei starken Ladungen und nicht sehr verschiedenen Elevationen wird sich dieser Einfluß nicht so bedeutend aussprechen, daß dadurch die Natur der Flugbahn sehr merklich berührt würde, worauf es in diesem Augenblicke nur ankommen könnte. — Weil man nun die Ladungen bei Feldgeschützen, wenn sie für alle Entfernungen dem an sich leichten Geschoß eine für ihre Gefechtszwecke hinreichende Stoßkraft geben sollen und wenn es nicht vortheilhaft sein würde, bei verschiedenen Entfernungen eine sehr verschiedene Flugbahngestalt zu haben, von Hause aus verhältnißmäßig stark annimmt, so beruht das Wesen des Bogenschusses bei Feldgeschützen auf verhältnißmäßig bedeutenden Anfangsgeschwindigkeiten und demgemäß auf einer innerhalb enger Grenzen und in geringen Stufen ansteigenden Elevationenreihe.

Hieraus ergibt sich, daß diese Bogenschüsse ziemlich ähnliche

Flugbahngestalten und wenig verschiedene Einfallswinkel geben. Die Größe der letztern ist niemals so bedeutend, daß die Geschosse, wenn nicht die Beschaffenheit des Terrains oder zufällige Eigenschaften der Aufschlagspunkte dies ändern, nach dem ersten Aufschlage noch mehr oder weniger Sprünge machen.

Die Flugbahn der Bogenschüsse ist demnach eine flach gekrümmte, für die Elevation sehr empfindliche, indem geringe Unterschiede in den Elevationen schon sehr bedeutende Abstände in den Schußweiten veranlassen. Die Wahrscheinlichkeit, einen bestimmten Punkt zu treffen, ist daher bei den Bogenschüssen der Feldgeschütze nur gering, als Folge davon, daß von dem Prinzip, den Entfernungen sowol die Anfangsgeschwindigkeiten, als auch die Elevationen anzupassen, abgegangen worden ist. Allein, wenn man beachtet, daß bei den Feldgeschützen ganz andere Gefechtsverhältnisse obwalten, als dieß im Festungskriege der Fall ist, daß es bei ihnen vielmehr auf die Beherrschung tiefer Räume, als auf das Treffen eines bestimmten Zielpunktes ankommt, so rechtfertigt sich diese Kombination einer konstanten, ziemlich starken Anfangsgeschwindigkeit mit veränderlichen Elevationen. Das in gestreckter Bahn dicht über die Oberfläche des Terrains dahin fliegende Geschoß gefährdet das vorliegende Terrain in bedeutender Tiefe, sichert nur dadurch ganz allein die Wahrscheinlichkeit, die auf dem Terrain sich bewegenden Ziele zu treffen und trägt seine Wirkung durch die eigentlichen Ziele hindurch mit den folgenden Sprüngen auf die weiter rückwärts befindlichen Truppen ꝛc. über. *)

Diese spätern Sprünge, wie abhängig auch vom Terrain und problematisch in ihren Wirkungen sie sein mögen, sind immer als eine werthvolle Zugabe zu betrachten, indem sie Streit-

*) Hierauf gründet sich die taktische Regel der Feldartillerie, den Gegner dergestalt zu flankiren, daß die Geschosse in das Gefechtsfeld des Gegners, gegen die weiter rückwärts stehenden Truppen gerichtet sind.

kräfte beunruhigen, welche noch gar nicht am Gefechte Theil nahmen und ihre Bewegungen gefährden, bevor sie noch in die eigentliche Sphäre des Kampfes gelangen. Diese Sprünge sind die Vorboten der Gefahr, welche die anrückenden Truppen in der Gefechtsfront erwartet, welche ihren Eindruck um so weniger verfehlen wird, je mehr das Terrain diese Sprünge begünstigt und je empfänglicher die Truppen für solche Eindrücke sind.

Dagegen darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß die Flugbahnen solcher Bogenschüsse auf der andern Seite wenig Fügsamkeit in Bezug auf das Terrain, auf die Stellung und Beschaffenheit des Zieles, auf Deckungen desselben ꝛc. besitzen, daß sie daher zu einer günstigen Wirkung tiefe, freie und dem Wesen nach ebene Räume und freistehende, ungedeckte Ziele in mehreren Linien oder von namhafter Tiefe verlangen.

Schon Erhebungen des Bodens, Wellen von nicht sehr merklicher Größe, wenn dieselben nicht im aufsteigenden Aste liegen, machen flachgekrümmte Flugbahnen sehr problematisch und die spätern Sprünge sind der Beschaffenheit des Terrains ganz anheim gefallen.

Einzelne dünne Linien, welche keine andern Truppen hinter sich haben, machen die Wirkung des Bogenschusses sehr abhängig von der Größe des Einfallswinkels, von der genauen Abmessung der Elevation, also auch von allen Störungen dieser Elemente, welche in der Wirklichkeit nicht genügend beseitigt werden möchten, so lange man nicht durch eine bisher nicht hinreichend verwendete Sorgfalt auf die Konstruktion und Fabrikation der Feldgeschosse, namentlich der Kanonenkugeln, die hierzu nothwendige Grundlage schafft. Die Konstruktion der Geschützröhre und des Pulvers hat weit größere Fortschritte gemacht, als die der Geschosse, und zwar zum Theil nur deshalb, weil man ihnen mehr Sorgfalt zuwendete. Es ist noch nicht lange her, daß man den Geschossen ein wenig Aufmerksamkeit zuwendet und auch nicht einmal allen, so daß man nur sehr allmählig

zu den guten Geschützen gute Geschosse zu geben beginnt. Dieser Uebelstand ist eine Erbschaft aus der Konstablerzeit, welcher heute entfernt werden müßte, wie schon früher Steinkugeln, Ketenkugeln und ähnliche Geburten des Artilleriehandwerks. Das Geschoß ist die erste Grundlage zur Wirkung, an sie schließt sich die bewegende Kraft und das Geschützrohr steht als Regulator dieser Kraft da. Diese Auffassung ist dem Wesen der Dinge entsprechend und dem wissenschaftlichen Standpunkte der heutigen Artillerie angemessen.

Wenn gesagt wurde, daß das Wesen des Bogenschusses im freien Felde weniger auf der Fähigkeit, einen gegebenen Zielpunkt zu treffen, als vielmehr auf der Beherrschung tiefer Räume, auf der Größe des bestrichenen Raumes beruht, so versteht es sich wohl von selbst, daß hiermit nicht gesagt sein kann, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens in Bezug auf den Zielpunkt eine unwesentliche Bedingung sei, vielmehr steht dieselbe an der Spitze aller Konstruktionsbestrebungen; nur in Bezug auf die Wahl der Anfangsgeschwindigkeiten und der Elevation gilt die Beherrschung des Terrains als das vornehmste Element der Bogenschüsse im freien Felde.

Bei den Haubitzen weicht man mehr oder weniger je nach der Beschaffenheit des Terrains und der Stellung ꝛc., der Ziele von diesem für Kanonenschüsse giltigen Prinzipe ab und macht einen freiern, ausgedehntern Gebrauch von den Anfangsgeschwindigkeiten und Elevationen, um so mehr, weil hier noch die Begünstigung der Sprengwirkung bei der Wahl der Flugbahn berücksichtigt werden muß. Die Haubitzen bedürfen daher einer fügsamern Flugbahn und es tritt bei ihnen häufig die Bedingung in den Vordergrund, daß die Geschosse mit dem ersten Aufschlage liegen bleiben oder doch nicht merklich weiter rollen dürfen, um die Sprengwirkung gegen das Ziel wirken zu lassen. Bei den Haubitzwürfen tritt also in der Regel schon die Fähig-

keit, einen gegebenen Zielpunkt zu treffen, weit stärker hervor, als die Beherrschung tiefer Räume.

Ueberhaupt muß immer da, wo es auf eine ungewöhnliche Geschoßwirkung oder auf eine Steigerung derselben durch eigenthümliche Wirkungsweise ankommt, die Wahrscheinlichkeit, den Zielpunkt zu treffen, in den Vordergrund treten und deshalb von konstanten Anfangsgeschwindigkeiten oder konstanten Elevationen abgestanden werden.

Bei der Wirkung gegen Truppen ist das zeitgerechte Eintreten der Sprengwirkung vom höchsten Einflusse; dasselbe macht jedoch eine nicht hierher gehörige Aufgabe aus, welche in das Gebiet der Ernstfeuerwerkerei gewiesen werden muß.

Kommt es bei den Bogenschüssen der Feldgeschütze ausnahmsweise auf eine das gegen Truppen und deren Ausrüstung genügende Maß überschreitende Stoßgewalt der Geschosse an, so muß dieselbe durch Verminderung der Schußweiten oder durch eine größere Zahl der Schüsse herbeigeführt und ersetzt werden.

Die Wahl der konstanten Anfangsgeschwindigkeit wird dadurch bedingt, daß man auf die größten im Felde üblichen Schußweiten noch eine gegen Truppen und ihre Ausrüstung (Geschütze ꝛc.) hinreichende Zerstörungskraft behält, und zwar unter der Bedingung eines bestreichenden Schusses. Die Verringerung der Ladungen hat daher bei den Feldgeschützen ihre Bedenklichkeiten und kann nicht einseitig auf wissenschaftlichem Wege entschieden werden, sondern hier ist Kriegserfahrung ein sehr wesentliches Element für das Urtheil.

2. Die unmittelbaren Schüsse der Festungs- und Belagerungsgeschütze. Zu diesen Schußarten gehören die Enfilirschüsse, die Demontirschüsse, die Rikoschettschüsse bis zum ersten Aufschlage, die Brescheschüsse, die Haubitz- und Mörserfeuer.

Die Enfilirschüsse haben ganz das Wesen der Bogenschüsse im Felde und unterliegen daher denselben Bedingungen.

Für die bedeutende Größe ihrer Stoßkraft wird durch die schwersten Geschosse eine kräftige Grundlage geschaffen, auf welche sich die den Entfernungen angemessenen Anfangsgeschwindigkeiten stützen. Die nunmehr nur noch in geringem Grade erforderlichen Modifikationen der Flugbahn werden leicht durch die Elevation bewerkstelligt.

Bei den übrigen Schußarten tritt die Fähigkeit, den gegebenen Zielpunkt mit bedeutender Geschoßwirkung zu treffen, als wesentlichste Bedingung hervor. Man muß daher bei ihnen eine sehr große Sorgfalt auf die Kombination der Anfangsgeschwindigkeit und der Elevation richten, um die höchste Wahrscheinlichkeit des Treffens zu erlangen.

Wo die Wirkung des Geschosses auf einer bedeutenden Stoßgewalt beruht und diese nicht, wie bei Mörserfeuern, durch die Fallwirkung sehr unabhängig von den Entfernungen erzeugt werden kann, wo dieselbe vielmehr mit sehr geringen Einfallswinkeln verbunden, wie bei aufrecht stehenden Zielen, auftritt, da würde man bei größern Entfernungen zu Anfangsgeschwindigkeiten greifen müssen, welche eine unbequeme, für die Geschütze verderbliche und wegen des Luftwiderstandes schädliche Größe erreichen würden, während man gleichzeitig eben so bedeutend an Wahrscheinlichkeit des Treffens einbüßen müßte.

Man geht daher in diesen Fällen von dem Grundsatze aus, so nahe ans Ziel zu rücken, daß man dasselbe noch mit dem aufsteigenden Aste erreicht, und wählt nun eine Anfangsgeschwindigkeit, bei welcher das Geschoß sich während des kurzen Fluges zum Ziele nicht merklich aus der geradlinigen Richtung senken kann.

Dieser Grundsatz tritt am stärksten beim Breschefchießen und beim Demontiren mit Kanonen hervor.

Wird der Demontirschuß noch durch die Sprengwirkung des Geschosses unterstützt, so kann man sich in der Wahl der Anfangsgeschwindigkeit schon zwischen etwas weitern Grenzen

bewegen, so lange man nicht mit der Wahrscheinlichkeit des Treffens in Widerstreit geräth; man erhält daher in diesem Falle schon fügsamere, bequemere Flugbahngestalten.

Man wird in allen diesen Gebrauchsfällen der bisher betrachteten unmittelbaren Schußarten des Festungskrieges die der Wirkung noch zusagenden Entfernungen vom Ziele erfahrungsgemäß festzusetzen haben und für diese die wirksamsten Anfangsgeschwindigkeiten ermitteln, welche dann festzuhalten sind. Die noch etwa erforderlichen Modifikationen werden durch die Elevationen zu bewirken sein.

Diese Flugbahngestalten sind also für diese Schußarten ziemlich konstant und meist sehr scharf gestreckte.

Die eben entwickelten Prinzipien sind gleich sehr auf bedeutende Stoßgewalt der Geschosse und auf große Wahrscheinlichkeit des Treffens und zwar für aufrecht stehende, ungedeckte Ziele berechnet.

Beim Rikoschettfeuer verbindet sich mit dem Zwecke, ein durch vorliegende Deckungen (Brustwehr) geschütztes Ziel zu treffen, die weitere Absicht, den hinter diesem Ziele befindlichen, bewaffneten Raum entweder durch einen flach über denselben hinstreichenden Geschoßflug oder durch mehrere kurze Sprünge zu gefährden. Es ist mithin ein bestimmter Zielpunkt für den ersten Aufschlag gegeben. Die Stellung des Zieles zum Geschütz in Bezug auf beiderseitige Höhe und die Länge des zu bestreichenden Raumes sind die für die Konstruktion der Flugbahn gegebenen Elemente, an welche jene beiden Bedingungen angeschlossen werden müssen.

Hieraus folgt, daß das Rikoschettfeuer je nach der Bedingung, durch bestreichenden Flug oder durch Sprünge den hinter dem Zielpunkte liegenden Raum zu bestreichen, auf gewisse Einfallswinkel des Geschosses basirt ist, denn es bedarf kaum noch der Andeutung, daß der obere Rand der vor dem Ziele liegenden Deckung (Krete der Brustwehr, Traverse) im niedersteigen-

den Aste liegen und den sichtbaren Zielpunkt abgeben muß. Je nachdem nun der bestreichende Flug oder Sprünge den zu rikoschettirenden Raum gefährden sollen, wird ein flacher Einfallswinkel oder ein höherer gewählt werden müssen, dieser dem Wesen nach festzuhalten und die weitere Modifikation der Flugbahn durch geringe Aenderungen in der Anfangsgeschwindigkeit zu bewirken sein. Die bedeutende Stoßgewalt der Geschosse muß hier vorherrschend durch schwere Kaliber begründet werden, weil ein wirksames Rikoschettfeuer mehr wie jede andere Schußart an eine ungehinderte Wahl der Anfangsgeschwindigkeiten und Elevationen je nach den angedeuteten Bedingungen gebunden ist.

Das Rikoschettfeuer ist daher die künstlichste und zugleich empfindlichste Schußart, bei welcher es ganz außerordentlich darauf ankommt, alle zur Wirkung beitragenden Elemente in den richtigen Verhältnissen zu kombiniren; namentlich ist diese Schußart sehr empfindlich gegen die Größe der Kaliber und besonders, wo kurze Sprünge wirksam werden sollen, die Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) mithin verhältnißmäßig schwach ausfallen. Für diese Wirkungsart des Rikoschettfeuers dürfen eigentlich nur die schwersten Kaliber benutzt werden, wenn nicht besondere Umstände eine geringe Stoßkraft zulässig machen, wie bei Linien ohne genügende Traversen und bei starken Ansammlungen von Truppen auf denselben.

Daß man zum Rikoschettiren die beste Munition und die besten Geschütze nehmen muß, folgt gleichfalls hieraus und mag hier beiläufig angedeutet werden.

Wenn Haubitzfeuer zu den bisher erwähnten Schußarten des Festungskrieges benutzt wird, so beabsichtigt man die Geschoßwirkung durch die Sprengkraft zu steigern, man muß daher die Stoßkraft durch die Schwere des Kalibers in erster Instanz begründen, wenn man derselben in erhöhtem Maße bedarf, wie beim flachen Rikoschett. Man hat in diesem Falle die Ab-

ſicht, die ſchützenden Deckungen durch die Sprengwirkung der Hohlgeſchoſſe wegzuſchaffen, weshalb die Granaten tief genug in dieſe Deckungen getrieben werden müſſen. Zum hohen Rikoſchett ſind leichtere Haubitzkaliber ſehr geeignet, indem die zerſpringenden Granaten den Raum zwiſchen den Traverſen, wo ſie krepiren, vollſtändig zu beherrſchen vermögen; ſie ſind deshalb den Kanonen weit vorzuziehen und geſtatten, die ſchweren Haubitzen für andere Zwecke aufzuſparen.

Das Mörſerfeuer iſt durch die Bedingung geregelt, daß das Geſchoß beim erſten Aufſchlagen liegen bleibt oder doch nicht weſentlich von demſelben wegrollt, wenn das Fortrollen überhaupt noch möglich iſt.

Die dazu nothwendige Steilheit des niederſteigenden Aſtes macht das Mörſerfeuer geeignet, Ziele dicht hinter ihren Deckungeu zu treffen, wagerechte Zielflächen zu bekämpfen und gegen dieſe einen bedeutenden Stoß auszuüben und, zwar unter einem zur Stoßwirkung günſtig geſtalteten Einfallswinkel.

Die Größe des Einfallswinkels richtet ſich nach der Abſicht, je nach welcher man entweder gegen Truppen hinter Dekkungen oder gegen dieſe Deckungen ſelbſt wirken will. Im erſtern Falle darf das Geſchoß nicht in die Erde eindringen, ſondern ſoll an der Oberfläche zerſprengt werden, im letztern ſoll daſſelbe minenartig wirken und muß dazu hinlänglich tief in die Deckung einſchlagen, um die Minenwirkung zu ſteigern. Dieſe Tiefe des Eindringens muß durch eine angemeſſene Fallkraft erzeugt werden. Die Fallkraft iſt ein Produkt der Endfallgeſchwindigkeit und des Geſchoßgewichtes. Es iſt vortheilhafter, die Fallkraft mehr durch ſchwere Geſchoſſe als durch bedeutende Fallhöhen zu begründen, weil zu dieſen bei größern Entfernungen unmäßige Anfangsgeſchwindigkeiten (Ladungen) gehören.

Es erſcheint daher auch vortheilhaft, von der Zerſtörung ſtarker Gewölbe durch Bombenſchlag abzuſtehen und an Stelle deſſen, wo dies geht, die Stirnmauern und Pfeiler der gewölb-

ten Räume durch Breschirung zu zerstören, wie es sich denn auch in der Praxis als wirksamer gezeigt hat.*) — Für Rechtzeitigkeit des Sprengens ist das Mörserfeuer weniger empfindlich.

3. Der Shrapnelschuß verlangt zur Begünstigung seiner eigenthümlichen Geschoßweise eine angemessen gestaltete Flugbahn, und zwar zeigt sich derselbe sehr empfindlich gegen den Einfallswinkel, wobei hier die Rechtzeitigkeit des Krepirens vorausgesetzt wird. Von der Größe des Einfallswinkels hängt die Vertheilung der Kugeln und Geschoßstücke über die Zielfläche oder die Größe (Tiefe) des bestrichenen Raumes ab.

Hieraus folgt, daß im Allgemeinen flachgestreckte Flugbahnen dem Shrapnelschusse am meisten zusagen. Dazu kommt noch, daß die kleinen Kugeln und die Geschoßstücke, wenn sie tödtende Kraft besitzen sollen, vom ganzen Geschoß eine bedeutende Triebkraft ererben müssen. Der Shrapnel verlangt daher im Allgemeinen starke Anfangsgeschwindigkeiten. Da es bei demselben auch weniger auf das Treffen eines gegebenen Zielpunktes, als vielmehr einer größern und in der Richtung des Schusses tiefern Zielfläche, also auf einen großen bestrichenen Raum ankommt, so sind für den Shrapnelschuß dieselben Bedingungen wie beim Bogenschusse der Feldgeschütze gegeben. Seine Flugbahn wird deshalb auch nach denselben Grundsätzen zu konstruiren sein.

4. Der Kartätschschuß. Auch bei diesem Schusse ergeben sich gleiche Bedingungen für die Flugbahn, und es verdient noch bemerkt zu werden, daß derselbe wegen seiner natürlichen Unvollkommenheit als Geschoßkörper, oder richtiger gesagt, wegen der Rohheit seiner Konstruktion, außerordentlich empfind-

---

*) Kann man jedoch die Stirnmauern und Pfeiler der zu zerstörenden Gewölbe nicht in Bresche legen, sondern muß man die Gewölbe durch Vertikalfeuer bekämpfen, so ist, wie im Spätern näher zu ersehen, die Kombination von Voll- und Hohlgeschossen zum Mörserfeuer anzuwenden.

lich gegen die Elevation wie überhaupt gegen alle auf die Bewegung des Geschosses wirkenden Elemente ist. Man erhält deshalb bei demselben unter scheinbar ganz gleichen Umständen die auffallendsten und unerklärlichsten Geschoßwirkungen, die nicht durch den Einfluß des Terrains allein erzeugt werden. Bei geringen Entfernungen kommen diese Elemente weniger zu Einfluß, so daß der Kartätschschuß mit der Abnahme der Entfernungen unter verhältnißmäßig weit größerer Steigerung wirksam wird. Die Kartätschkugeln streuen sich von der Mündung des Geschützes an, da wo sie von Hause aus unter dem Einflusse eines mehr oder weniger excentrischen Stoßes und vielfacher Störungen ihres Fluges stehen, in schnell zunehmenden Verhältnissen und gehen in den verschiedensten Richtungen und Flugbahnen fort. Der Gebrauch des Kartätschschusses knüpft sich daher an geringere Entfernungen und seine ganze Natur, die Regellosigkeit seiner Wirkungen machen die Ermittelung seiner besten Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) und Erhöhungen fast unmöglich, so daß man bisher den Grundsatz konstanter Ladungen und variabler Erhöhungen überall festgehalten hat. Dieser Grundsatz rechtfertigt sich im Uebrigen durch die beschränkte Wirkungssphäre des Kartätschfeuers und durch die Nothwendigkeit, den Geschossen eine genügende Triebkraft zu verleihen.

Es ist in der Natur des Kartätschschusses begründet, daß der bestrichene Raum desselben eine sehr viel größere Breite als Tiefe hat, während beim Shrapnel das entgegengesetzte Verhältniß Statt findet, so daß der erstere mehr durch Frontalstellungen des Gegners, der letzte durch tiefere Formationen desselben begünstigt ist.

5. Die Brandgeschosse.

a. Die glühenden Kugeln. Wir haben bereits oben erörtert, daß bei Geschossen, welche eine erhöhete oder auf besondere Eigenthümlichkeiten des Geschosses gegründete Wirkung

auszuüben haben, die Trefffähigkeit einen vorherrschenden Anspruch macht und daher die Gestalt der Flugbahn bedingt. Zu dieser Bedingung tritt noch die, entweder gewisse Anfangsgeschwindigkeiten, oder gewisse Elevationen als Grundlage für die Flugbahn anzunehmen und davon nicht weit abzuschweifen. So stellt sich bei den glühenden Kugeln die Bedingung einer solchen Anfangsgeschwindigkeit, daß sie die zu entzündenden Objekte nicht durchschlagen, während auf der andern Seite nach den geringsten Elevationen gegriffen werden muß, um sowohl einen möglichst bestreichenden Flug zu erhalten, die Wahrscheinlichkeit des Treffens gegen die aufrechtstehenden Ziele zu erhöhen, als auch jede unnütze, der Zündkraft schädliche Verlängerung der Flugbahn zu vermeiden. Hierbei darf jedoch nicht unbemerkt bleiben, daß noch viel sorgsamer gegen vorherige Aufschläge gekämpft werden muß, welche, abgesehen von der durch sie verursachten Störung der Flugbahn, Gefährdung der Gestalt des durch das Glühen weich gewordenen Geschosses, und von der verminderten Wahrscheinlichkeit des Treffens, weit nachtheiliger auf die Zündkraft wirken müssen, als eine doch immer nur verhältnißmäßig geringe Vermehrung der Flugzeit, welche bei glühenden Kugeln weit weniger Nachtheile mit sich führt, als bei flammenden, gegen die Flugzeit sehr empfindlichen Geschossen.

Im Allgemeinen wird man also den glühenden Kugeln einen möglichst flach gehaltenen Flug zu verleihen suchen. Der meist nur im Festungskriege vorkommende Gebrauch derselben, die Unbeweglichkeit ihrer Ziele und die ziemlich freie Wahl der günstigern Entfernungen gestatten eine vorausgeschickte Ermittelung der angemessensten Anfangsgeschwindigkeiten, an welche dann leicht die zugehörigen Elevationen angeschlossen werden können.

b. Die Brandkugeln. Die rohe und ungünstige Konstruktion dieser Geschosse, ihre Empfindlichkeit gegen den Stoß der bewegenden Kraft, gegen Anschläge im Geschützrohre, gegen Auf-

schläge auf dem Terrain und gegen die Länge der Flugbahn (Flugzeit) schränken die Wahl der Flugbahngestalt und der Schußweiten außerordentlich ein. Ihre geringe Wahrscheinlichkeit des Treffens beengt die Wirkungssphäre derselben noch weit mehr. Die Geschosse dürfen nach dem ersten Aufschlage nicht weiter springen, um ihre Haltbarkeit und die Unversehrtheit des Satzes nicht durch mehrere Aufschläge zu gefährden und jede unnütze Verlängerung der Flugzeit zu vermeiden, sie verlangen also im minimo die zum Liegenbleiben gehörige Elevation. Diese Elevation merklich zu steigern und dadurch eine größere Fallhöhe zu erzeugen, könnte leicht zu einer die Haltbarkeit der Brandkugeln gefährdenden Fallkraft führen. Die Elevation wird also im Allgemeinen zur Grundlage, die Anfangsgeschwindigkeit zum Regulator der Flugbahn.

c. Die Brandbomben (Granaten) haben die Geschoßnatur der übrigen Hohlgeschosse mit einer höchst ungenügenden Beimischung von Zündkraft. Man würde die Flugbahn derselben ganz wie die anderer Geschosse behandeln dürfen, wenn nicht ihre Zündkraft sehr störend darauf einwirkte. Ungemein empfindlich gegen die Flugzeit kann der im Geschoß befindliche Satz durch starke Stöße leicht zertrümmert, zerrissen, zerklüftet werden, so daß man an gewisse und mäßige Anfangsgeschwindigkeiten gebunden bleibt, so wie man starke Fallhöhen und unnütze Aufschläge des Geschosses sorgsam zu verhüten hat. Man wird also auch bei den Brandbomben von gewissen Elevationen als Grundlage der Flugbahn ausgehen müssen und die Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) unter den angedeuteten Beschränkungen zur weitern Regulirung der Flugbahn und Schußweiten gebrauchen.

Die Wirkungssphäre dieser Geschosse übertrifft die der Brandkugeln um gar nichts, weil ihre geringe Zündmasse ungemein störend einwirkt.

d. Die Brandraketen. Diese Geschosse haben die Na-

tur der Raketen. Ihre Triebkraft ist konstant und die Elevation der Regulator der Flugbahn. Ueber die Flugbahn der Raketen sind zu wenige positive und zuverlässige Erfahrungen vorhanden, oder doch unbekannt, so daß man dieselbe nur aus der Natur der Geschoßkonstruktion herzuleiten vermag.

6. Die Leuchtgeschosse.

a. Die Leuchtkugeln. Von ihnen gilt dasselbe, wie von den Brandkugeln.

b. Die Leuchtraketen. Ihr Flug ist der der Raketen. Beide Geschoßarten, die Leuchtkugeln und Leuchtraketen, sind, wie wir früher gesehen haben, in ihrer Art noch weit ungenügendere Geschosse, als die Brandbomben und Brandkugeln.

c. Das reflektirte Licht. Die Bahn des Lichtes ist, wenn es nicht durch verschiedene Mittel zu dringen hat, geradlinig. Es wird von der Stärke des erzeugten Lichtes, von der Konstruktion der Reverberen, von der Diffusion des Lichtes auf seinem Wege zum Ziele und von der Reinheit der Atmosphäre abhängig sein, auf welchen Entfernungen man von dieser Leuchtkraft Gebrauch machen kann.

7. Die Mörserfeuer mit besondern Geschossen.

a. Spiegelgranaten. Da man im Allgemeinen die Mörserfeuer gegen gedeckte Räume anwendet, so sind dieselben an große Einfallswinkel gebunden.

Im Allgemeinen nimmt der Spiegelgranatwurf das charakteristische Zeichen des Kartätschschusses an, die Geschosse von der Mündung an in allen Richtungen zu zerstreuen, wobei jedoch noch der Umstand hierauf verstärkend einwirkt, daß das weite und kurze Mörserrohr der Streuung weit weniger entgegenwirken kann, als die längern Kanonenröhre bei den Kartätschschüssen, daß ferner die bedeutende Erhöhung und die daraus folgende große Krümmung und Länge der Flugbahn eine im Verhältniß zu den Schußweiten des Spiegelgranatwurfes ungewöhnliche Streuung veranlassen.

Da nun die Wirkung der Spiegelgranate weniger auf Fallkraft und vorherrschend auf Sprengwirkung berechnet ist, so kann man von bedeutenden Fallhöhen abgehen und muß man selbst weniger auf Liegenbleiben dieser Geschosse an der Oberfläche des Bodens rechnen. Ueberdieß vertragen diese kleinen Hohlgeschosse keine großen Flugzeiten, wenn man nicht Gefahr laufen will, sie schon viel zu früh krepiren zu sehen.

Alle diese Bedingungen zusammengefaßt, ergibt sich der Schluß, daß man mit der kleinsten anwendbaren Erhöhung wirft und danach die Anfangsgeschwindigkeiten abmißt.

Die Wirkungssphäre dieser Geschosse kann aus allen angedeuteten Rücksichten nur sehr gering sein und ihr Gebrauch macht sehr begünstigende Umstände zur Bedingung.

b. Die Mörserkartätschen sollen durch ihre Fallkraft gegen Truppen eine tödtliche oder doch außer Gefecht setzende Wirkung äußern. Bedeutende Fallhöhen sind die Grundlage dieser Wirkung. Die daraus folgende Streuung der Geschosse verbietet nur einigermaßen bedeutende Entfernungen.

Der Grundtypus dieser Schußart ergibt sich durch bedeutende Erhöhung und danach abgemessene Anfangsgeschwindigkeit.

Die Wirkung dieser Geschosse ist sehr ungenügend und unzuverlässig, verlangt geringe Schußweiten und sehr günstige Umstände.

c. Der Steinwurf. Diese Schußart ist nur als der roheste Nothbehelf anzusehen, der den Wirkungen der beiden vorigen Schußarten um eben so weit nachsteht, als ein Stein von einem regelrechten Geschosse unterschieden ist.

Im Allgemeinen haben diese eben betrachteten Geschosse ihren Zweck mehr darin, die Besatzung gedeckter Räume so zu beunruhigen, daß sie an einem geregelten, geordneten Dienste gehindert wird, diese Räume dadurch auf die Dauer unhaltbar zu machen, als in einer bedeutenden absoluten Geschoßwirkung.

Die einzige mittelbare Schußart, welche in der Praxis zur Anwendung gelangt, ist

8. der Rollschuß. Beim Rollschuß hat man die Absicht, das Ziel mit einem der spätern Sprünge zu treffen, so daß man den ersten Aufschlag in einer entsprechenden Entfernung vor dem Ziele Statt finden läßt, und zwar verbindet man mit dieser Absicht gleichzeitig die, in der Nähe des zu beschießenden Zieles einen möglichst ausgedehnten bestrichenen Raum zu haben. Man will also mit dem Rollschusse ein Terrain von größerer Tiefe in den bestrichenen Raum des Geschosses bringen und zwar auf den größern Entfernungen, wo die Bogenschüsse wegen der zunehmenden Erhöhung schon viel an bestrichenem Raume eingebüßt haben, ein Verlust, welcher gegen bewegliche Ziele sehr empfindlich werden kann. Zu diesem Zwecke müssen die Sprünge so niedrig und bestreichend als möglich ausfallen, mithin auch der Einfallswinkel beim ersten Aufschlage und die Elevation. Gleichzeitig muß aber auch das Geschoß, wenn der Rollschuß auf größere Entfernungen angewendet werden soll, unter starken Anfangsgeschwindigkeiten abgehen, damit es noch Triebkraft genug behält, wenn es das Ziel erreicht, denn die Aufschläge rauben demselben eine sehr bedeutende Kraft und bei einigermaßen schwierigem Boden würden geringe Anfangsgeschwindigkeiten sehr unregelmäßige und unsichre Sprünge fürchten lassen.

Für den Rollschuß sind daher von Hause aus starke Anfangsgeschwindigkeiten und möglichst geringe Elevationen gegeben, so daß derselbe eigentlich nichts, als ein Bogenschuß auf den nächsten Entfernungen, ist, dessen spätere Sprünge erst zur Wirkung gelangen sollen. Weil nun die letzten Sprünge am niedrigsten ausfallen und den meisten bestrichenen Raum geben, so ist man beim Rollschusse in Bezug auf die Elevation weniger, als bei irgend einer Schußart, von den Entfernungen abhängig, wohl aber kann die Beschaffenheit des Terrains einen großen Einfluß bei der Wahl der Elevation gewinnen.

Der Rollschuß würde eine sehr vortreffliche Schußart abgeben, wenn er nicht durch seine Aufschläge in eine außerordentliche Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Terrains verfiele, denn er verlangt nicht allein ein sehr ebenes und festes, sondern auch ein gleichmäßig festes Terrain, wenn die Sprünge regelmäßig ausfallen und einen großen bestrichenen Raum gewähren sollen. Auf so bedeutende Entfernungen aber findet sich selten ein so ebenes, festes und gleichförmiges Terrain. Wo sich aber diese günstigen Bedingungen vereinigt finden, da ist der Rollschuß ein unübertreffliches Mittel, Räume von großer Tiefe gleichmäßig zu beherrschen. In diesem Falle wendet man die niedrigste Elevation an und modificirt dieselbe nur dann, aber innerhalb möglichst enger Grenzen, wenn die Geschosse auf ungünstigen Stellen aufschlagen und unregelmäßige Sprünge machen.

Auf näheren Entfernungen gehen die Vortheile des Rollschusses sehr schnell verloren und es erscheint dann weit vortheilhafter gegen die nächsten Zielpunkte den Bogenschuß anzuwenden, dessen spätere Sprünge das dahinter liegende Terrain noch beherrschen werden.

Sobald das Terrain überhaupt schon zwingt, den ersten Aufschlag weiter, als es zum guten Rollschuß dienlich ist, also etwa über 700 — 800 Schritt hinaus zu verlegen, so ist der Bogenschuß vorzuziehen.

Es bedarf nur noch einer kurzen Andeutung, daß die schwerern Kaliber einen zuverlässigern, geregeltern und kräftigern Rollschuß geben, als die leichtern, welche viel empfindlicher gegen kleine Unregelmäßigkeiten des Terrains sind und durch die Aufschläge viel früher ermatten, so wie daß der Rollschuß überhaupt nur im freien Felde Anwendung finden kann.

Wenn man aus Haubitzen mit Granaten rollt, welche, beiläufig bemerkt, wegen ihrer Größe sehr regelrecht rollen und merklich unempfindlicher gegen die Terrainbeschaffenheit sind, so

knüpft man noch die Bedingung an den Rollwurf, daß die Granate in der Nähe des Zieles zerspringt, um die volle Geschoßwirkung gegen das Ziel zu bringen. Man vereinigt auf diese Weise die beiden Bedingungen des liegenbleibenden Geschosses mit einem großen bestrichenen Raume, was beim höhern Bogen, wie er zum Liegenbleiben erforderlich wird, nicht der Fall ist. Bei diesen niedrigen Sprüngen der Granate vor dem eigentlichen Ziele ist die Beherrschung des Terrains weniger der vorherrschende Zweck, als vielmehr der, durch den vor das Ziel gebrachten bestrichenen Raum die Wahrscheinlichkeit des Treffens bewegter Ziele sich zu erhalten und gleichzeitig die Granate in der Nähe derselben zerspringen zu lassen. Im Allgemeinen wendet man beim Rollen mit Granaten etwas größere Elevationen an, als bei den Rollschüssen aus Kanonen.

Im Uebrigen darf man nicht unbeachtet lassen, daß zu einem guten und zuverlässigen Rollwurfe so günstige Bedingungen sich vereinigen müssen, wie es in der Wirklichkeit auch nicht häufig zu erwarten ist, so daß nicht allein der bestrichene Raum weit kleiner und ungeregelter ausfällt, sondern auch, daß er zum großen Theile und häufig gar nicht zur Wirkung gelangt, wenn sich in der Schußlinie keine Ziele in mehrern Linien hinter einander vorfinden.

Sieht man im Felde den Rollschuß dennoch, auch unter weniger günstigen Umständen, häufig zur Anwendung kommen, so hat dieß seinen sehr natürlichen und meist auch gerechtfertigten Grund in der Wichtigkeit, welche man der Beherrschung des Terrains durch niedrigen Geschoßflug beilegen muß, denn durch dieselbe ist die sonst geringe Wahrscheinlichkeit, die im Felde meist beweglichen Ziele zu treffen, je nach der Beschaffenheit des Terrains mehr oder weniger gesteigert, namentlich aber ist es den entgegenstehenden Truppen nicht so leicht, sich den Wirkungen des Geschützes schnell und durch unwesentlichen Stellungswechsel zu entziehen. Wir wiederholen es hier nochmals, daß

es im freien Felde oft mehr darum zu thun ist, tiefe Räume gleichmäßig zu beherrschen und dadurch für den Feind zu gefährden, als einzelne Stellen des vorliegenden Terrains mit erhöhter Wirkung zu bekämpfen. Wo dies letztere aber zum vorherrschenden Zwecke wird, und wenn dabei die Entfernung, so wie das Terrain, dem Rollschusse nicht sehr zusagen, da tritt der Bogenschuß als die geeignetste Schußart hervor.

§. 35.

Schlußbetrachtung.

Ueberblicken wir die bisherigen Erörterungen über die Wirkung, so gelangen wir zu folgenden allgemeinen Grundansichten:

I. Die Fernwirkung ist begründet durch die Wirkung des Geschosses und die derselben entsprechende Bewegung desselben.

II. Die Bewegung ist nicht allein ein unmittelbarer Faktor der Geschoßwirkung, sondern auch der Wahrscheinlichkeit des Treffens.

III. Die Art und Stellung des Zieles, so wie die Beschaffenheit des Terrains, sind Elemente, welche die Bewegung des Geschosses (Flugbahngestalt) wesentlich bedingen und nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

IV. Oft muß daher die durch die Umstände allein zulässige Bewegungsart (Flugbahn) als Basis der Fernwirkung angenommen und hiernach die dieser Bewegung entsprechendste und dem Zwecke genügende Geschoßwirkung (Geschoßart) gewählt werden.

V. Hieraus ergeben sich für den Gebrauch zwei wesentlich verschiedene Fälle: 1. man kombinirt entweder die Geschoßwirkung mit der ihr günstigsten Flugbahn, wenn der freien Wahl der letztern nichts in den Weg tritt, oder 2. man kombinirt mit der durch die Umstände bedingten Flug-

bahn die derselben günstigste Geschoßart, welche dem Zwecke genügt.

VI. In der Wirklichkeit wird man in den meisten Fällen diese Grundsätze nicht immer in ihrer ganzen Reinheit befolgen können, sondern sich nur denselben möglichst zu nähern suchen.

VII. Nächst der Geschoß = Konstruktion muß dahin getrachtet werden, eine möglichst fügsame und geregelte Flugbahn zu erstreben, um sich allen Umständen und äußern Einflüssen wirksam anschließen zu können.

VIII. Die Begründung einer möglichst fügsamen und geregelten Flugbahn ist durch eine genau meßbare, gleichförmig wirkende, lenksame, schnell und ohne Mühe zu entwickelnde Bewegkraft und durch einfache, möglichst unveränderliche, bewegliche und leicht zu handhabende Regulatoren (Geschützröhre) zu erstreben.

IX. Die hier angedeuteten Eigenschaften der Bewegkraft und der Geschütze werden durch ihren Zusammenhang mit der Flugbahn und der zur Wirkung erforderlichen Zeit zu unmittelbaren Elementen der Wirkung.

X. Hierdurch gelangt man zum Begriffe: Wirkung der Geschosse und Geschütze, aus welchem sich die Grundsätze für den Gebrauch der Artillerie erst entwickeln lassen.

In den vorstehenden Grundsätzen sind die Kriterieen für die Konstruktion der bewegenden Kraft und der Geschütze enthalten und als Grundlage für die weitere Entwickelung dieser wichtigen Elemente gegeben.

Hieraus ergibt sich nunmehr, daß außer der bewegenden Kraft die Konstruktion der Geschützröhre zum Gegenstande für die Lehre von der Wirkung werden muß.

Endlich können wir dieses Kapitel nicht füglich schließen, ohne über die mehrfach erwähnte Wahrscheinlichkeit des Treffens, dieses wichtigen Elementes der Wirkung, Einiges hinzuzufügen.

Wenn man auch nur die bisher besprochenen Elemente der Geschosse und ihrer Bewegung in Betracht zieht, so kann man niemals von einer Sicherheit des Treffens, sondern nur von der Wahrscheinlichkeit desselben sprechen; ja selbst diesen letztern ermäßigten Begriff darf man nur unter der Voraussetzung des Treffens mit dem aufsteigenden Aste auf den eigentlichen Zielpunkt beziehen, in jedem andern Falle aber auf eine Fläche, welche sich um den Zielpunkt herum entweder in vertikaler, oder in wagerechter Lage ausbreitet, und deren Größe in mehrfacher Beziehung zum Ziele und zur Flugbahn stehen kann.

Wir wissen, daß das Geschoß bei seiner Bewegung unter dem gleichzeitigen Einflusse der Rotation, des Luftwiderstandes und der Schwerkraft steht, und daß es in der Praxis unmöglich ist, den Einfluß dieser Elemente genau zu regeln. Rechnet man zu der Ungleichförmigkeit dieser Einflüsse und ihrer Wechselwirkung noch die unvermeidlichen Mängel und Ungleichförmigkeiten in der Beschaffenheit der Geschosse, Ladungen, Geschützröhre, der Geschützstellung, der Erwärmung der Geschützröhre, der Bedienung der Geschütze, des Temperaturwechsels u. s. w., so ist es erklärlich, daß die bewegten Geschosse unter scheinbar gleichen Bedingungen sehr verschiedene Flugbahnen annehmen müssen und sowohl in vertikaler Richtung (Längenabweichung), als auch in wagerechter (Seitenabweichung) aus der beabsichtigten Bahn abgelenkt werden.

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens wird daher in erster Instanz durch die Größe dieser Abweichungen bedingt.

Faßt man die große Zahl der auf die Flugbahn einwirkenden Elemente und ihre Natur ins Auge, so ergibt sich ohne Weiteres, daß außerordentlich viel darauf ankommt, in welcher Wechselwirkung dieselben zu einander stehen. Wirken sie sämtlich in einer Richtung auf Ablenkung des Geschosses hin, wenn auch in veränderlicher Größe, so werden die Ablenkungen auch in einer Richtung, wenn auch in veränderlicher Größe, erfolgen.

Dasselbe wird eintreten, wenn einzelne der Elemente so überwiegend einwirken, daß die andern, ihnen entgegentretenden, von den erstern überwunden werden. Gegen solche in einer und derselben Richtung erfolgende Ablenkungen kann man mit Erfolg durch angemessene Verlegung des Zielpunktes bei Seitenabweichungen, oder durch Aenderungen der Ladungen, resp. Elevation bei Längenabweichungen, ankämpfen, wenn diese Abweichungen eine Größe annehmen, welche in Bezug auf die Größe und Art des Zieles und auf die Schußweite erheblich genug ausfällt. Weit ungünstiger gestaltet sich die Sache, wenn die Wechselwirkung dieser Elemente so regellos ist, daß die Ablenkung bald in dieser, bald in entgegengesetzter Richtung eintritt und dabei in erheblicher Größe. Gegen solche Fälle, bei welchen sich die einwirkenden Ursachen eben so schwer erkennen lassen, als ihre sichtbaren Folgen regellos ausfallen, wird auch die Anwendung der eben angedeuteten Korrekturen eher dazu beitragen, das Uebel zu vergrößern, als dasselbe zu beseitigen. In solchen Fällen wird man sich oft nur dadurch helfen können, daß man eine bedeutende Umstimmung der Grundelemente der Flugbahn (Ladung und Elevation) anwendet, also zu einer andern Schußart seine Zuflucht nimmt, indem durch die Aenderung der kräftigsten Flugbahnelemente die Wechselwirkung aller am erfolgreichsten beherrscht und umgestimmt wird. Natürlich müssen die Umstände und Bedingungen, unter welchen die Wirkung erfolgen muß, eine solche Aenderung gestatten.

Man muß es bei allen Korrekturen als feststehenden Grundsatz ansehen, die Natur der Schußart, welche man unter den obwaltenden Verhältnissen als die richtige erkannt hat, so lange, als es irgend geht, festzuhalten und nur im äußersten Falle zu einer andern zu greifen. Wie wichtig eine sorgsame Beobachtung der Flugbahnen, eine richtige Beurtheilung der sie störenden Elemente und ein sichrer Takt bei der Wahl der Korrektions-

mittel zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Treffens beitragen, bedarf keiner weitern Begründung.

Um die Größe der Wahrscheinlichkeit des Treffens zu messen, ist von Hause aus die Größe der Fläche, in welche die Aufschläge der sämtlichen Geschosse fallen, und zwar diejenigen Aufschläge, mit welchen man treffen will, als erster Faktor gegeben. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß, wenn einzelne Geschosse ganz ungewöhnliche Abweichungen erleiden, oder Abweichungen in einer mit denen der übrigen Schüsse in direktem Widerspruche stehenden Richtung, diese Abweichungen als die Folge ungewöhnlicher Zufälligkeiten, besonderer Fehler der Geschosse, Ladungen, der Bedienung, Richtung ꝛc. anzusehen sind und weder in der Praxis, noch in der Rechnung beachtet werden dürfen, weil sie als Schüsse dastehen, welche unter ganz veränderten Verhältnissen abgegeben würden. Sie dürfen daher auch keine Korrektur veranlassen. — Schließt man diese abnormen Schüsse aus, so ergibt sich aus dem Abstande des kürzesten und des weitesten Aufschlages der übrigen Geschosse die Längenausbreitung und aus dem Abstande der beiden am weitesten zur Seite ausgewichenen die Seitenausbreitung, und ein Rechteck, welches durch diese vier Aufschläge gelegt ist, gibt die Fläche der Ausbreitung für eine gegebene Zahl von Schüssen. Die Größe dieser Fläche in Bezug auf die Größe und Entfernung des Zieles, ihre Lage zum Ziele, die Vertheilung der Geschosse über diese Fläche sind für die Beurtheilung der Ausbreitung von Wichtigkeit und bestimmen die vorherrschende Ablenkung der Geschosse, so wie die Korrektur derselben. Nur unter diesem Gesichtspunkte kann das Rechteck der Abweichungen in ein richtiges Verhältniß zur Wahrscheinlichkeit des Treffens gestellt werden. Bringt man alsdann noch in Rechnung, ob das Ziel eine wagerechte Fläche, oder ein aufrechtstehendes, ein feststehendes, oder bewegliches ist, ob ein bestimmter Zielpunkt, oder nur irgend ein Punkt der Zieloberfläche getroffen werden soll,

ob der Einfallswinkel des Geschosses kleiner oder größer gehalten werden muß, ob man mehr durch einen großen bestrichenen Raum, oder durch Erlangung gewisser Auffschlagspunkte die Wirkung begründen will ꝛc., so ist durch die Kombination mit diesen Elementen die wahre Bedeutung jener Ausbreitungsfläche für die Wahrscheinlichkeit des Treffens gegeben.

Es ist hieraus ersichtlich, daß diese Ausbreitung der Geschosse in den verschiedenen Fällen eine wesentlich veränderte Bedeutung hat, so daß dieselbe z. B. beim Bogenschusse aus Feldgeschützen anders, als beim Rollschusse zu beurtheilen ist, daß sie selbst für wesentlich verschiedene Elevationen nicht dieselbe Würdigung beansprucht. Eben so ist dieß bei verschiedenen Entfernungen der Fall.

Aus der Natur der Dinge geht hervor, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens sich weder vom Geschoß, noch vom Geschützrohr abtrennen läßt, wenn man auch alle übrigen zufälligen Einflüsse beseitigen könnte.

Wir gelangen nunmehr schließlich zum Begriffe der aus einer Zahl von Schüssen zusammengesetzten Totalwirkung mit Bezug auf die Zeit:

XI. Die Gesamtwirkung mehrerer Schüsse ist zusammengesetzt aus der Wirkung des einzelnen Geschosses, aus der Wahrscheinlichkeit des Treffens und aus der Schnelligkeit des Feuers.

XII. Die Wahrscheinlichkeit des Treffens ist durch die Konstruktion der Geschosse, der bewegenden Kraft und der Geschützröhre zu begründen.

Viertes Kapitel.

Von der bewegenden Kraft.

§. 36.

Einleitende Betrachtung.

Zur Erzeugung der reichgestalteten Kombinationen der Geschoßwirkungen und Flugbahnen, welche wir im Vorigen kennen lernten, bedarf man einer bewegenden Kraft, deren Eigenschaften so vielfachen Anforderungen entsprechen und gleichzeitig ihre Kriegsbrauchbarkeit begründen müssen.

Die Vereinigung so verschiedener Eigenschaften, wie wir dieselben im Folgenden näher erkennen werden, hat eigenthümliche Schwierigkeiten, indem, wie dieß in der Praxis einzutreten pflegt, eine einseitige Berücksichtigung der einen Eigenschaft mit sehr empfindlicher Verletzung der übrigen verbunden ist. Man muß daher auch hier in der Kombination der Eigenschaften zu einem Ganzen den Ausweg suchen und den Totaleffekt als das Ziel der Konstruktion im Auge behalten. Hierin ist eine Ermäßigung für die Forderungen der einzelnen Eigenschaften gegeben, welche, als ein wichtiges Element für den Totalerfolg, durch Erfahrung zu begründen ist. Der wissenschaftlichen Betrachtung liegt es ob, die Natur und den Einfluß jener Eigenschaften darzulegen, um ihr Verhältniß zum Totalerfolge würdigen zu können und um der Erfahrung zur Grundlage zu dienen.

Wir wissen aus dem Vorigen, daß nicht die absolute Geschoßwirkung zum Maßstabe der Konstruktion gemacht werden darf, sondern wir erkannten, daß man in der Praxis davon ab-

stehen muß, die beabsichtigte Wirkung durch ein einzelnes Geschoß, durch einen Schuß vollenden zu wollen, weil entweder das Objekt dem einzelnen Geschoß einen zu bedeutenden Widerstand entgegensetzt, oder weil es aus mehr oder weniger einzelnen Theilen zusammengesetzt ist, deren Vernichtung nicht mit der Vernichtung eines einzelnen vollendet werden kann, oder endlich weil das Objekt sich durch Ortsveränderung dem einzelnen Geschoß entziehen kann. Hierauf gründet sich die Nothwendigkeit, die Wirkungen von mehr oder weniger Geschossen zur Bekämpfung ein und desselben Objektes zu vereinigen und durch den Totalerfolg aller die Wirkung des einzelnen Geschosses zu vollenden und sicher zu stellen.

Hierdurch wird die Zeit mit dem Totalerfolge in eine unlösliche Verbindung gebracht, und wir gelangen dadurch zu dem Begriffe der Gesamtwirkung, welche durch die drei Elemente: Wirkung des einzelnen Geschosses, Wahrscheinlichkeit des Treffens und Schnelligkeit des Feuers gegeben ist, oder mit andern Worten: Zahl der zur Gesamtwirkung erforderlichen Geschosse, Zahl der hierzu nothwendigen Schüsse und die für diese Schußzahl erforderliche Zeit. Es bedarf keiner nähern Andeutung, wie innig die Wechselwirkung dieser drei Elemente ist, und wenn es auch scheint, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens von dieser Wechselwirkung insofern unberührt bliebe, als ihr Maximum unter allen Umständen das Ziel der Bestrebungen ausmacht, so ist dieß dennoch nicht in seiner vollen Ausdehnung giltig, denn es ist aus dem Frühern ersichtlich geworden, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit der Größe und Gestalt der Geschosse und mit der Gestalt der Flugbahn in mannichfache Beziehung treten kann, so daß nicht unbedingt das Maximum der Wahrscheinlichkeit des Treffens das Maximum der Gesamtwirkung ergeben wird.

Im absoluten und abstrakten Sinne würden die Geschoßwirkung und die Schnelligkeit des Feuers mit demselben Rechte

zum maximo gebracht werden müssen, um den höchsten Total=erfolg zu ergeben, allein in der Praxis gibt es nichts Absolutes und Abstraktes, und alle Huldigungen, welche man einzelnen Prinzipien einseitig zukommen läßt, führen stets zu geringern Gesamterfolgen. Wir deuten zur nähern Erläuterung hier nur beiläufig auf die Dampfgeschütze mit ihrer ungewöhnlichen Schnelligkeit des Feuers hin.

Der Wahlspruch bleibt daher auch hier, wie überall in der Praxis, die Kombination des größten Gesamterfolges, die stets an die Ermäßigung der einzelnen Elemente geknüpft ist.

Wir haben diese Erläuterung hier nur vorausgeschickt, um die Forderungen an die bewegende Kraft von Hause aus danach regeln zu können und auf jene Bestrebungen hinzudeuten, welche seit der Erfindung des Pulvers auf Krafterhöhung mehr als auf Vervollkommnung seines Gebrauches gerichtet gewesen sind.

Es ist hierdurch von Hause aus der Grundsatz gewonnen, daß die absolute Größe der bewegenden Kraft einer sehr wesentlichen Ermäßigung unterworfen werden kann, und zwar vornehmlich in Bezug auf die Heftigkeit (Schnelligkeit, Schnellkraft) ihrer Kraftäußerung, so daß es mithin nur darauf ankommt, eine bewegende Kraft von genügender absoluter Größe und Heftigkeit zu gewinnen.

Unter dieser Voraussetzung sind die Eigenschaften der bewegenden Kraft zu regeln, zu kombiniren, und zwar nach denjenigen Rücksichten, welche durch die Wirkung und nächstdem durch die Kriegsbrauchbarkeit gegeben sind. Die Rücksichten der Wirkung zerfallen, wie wir gesehen haben, wieder in diejenigen der Geschoßwirkung, der Wahrscheinlichkeit des Treffens und der Schnelligkeit des Feuers, und liegen demnach in dieser Reihefolge der Betrachtung vor.

Endlich erinnern wir uns schließlich an die Bedingung, daß, wenn die bewegende Kraft eine allgemeine Anwendbarkeit

gewinnen soll, dieselbe mit möglichst wenig Arbeitskräften im Augenblicke des Gebrauches hervorzubringen sein muß.

§. 37.

Eigenschaften bezüglich der Geschoßwirkung.

Von den hierher gehörigen Eigenschaften der bewegenden Kraft tritt uns zuerst ihre Größe entgegen.

Da die bewegende Kraft nur durch einen bewegten Körper auf den zu bewegenden Körper ausgeübt werden kann, so muß der letzte vom ersten die sichtbare Erscheinung der Bewegung, die Ortsveränderung, also auch das Maß derselben, oder die Relation zwischen Raum und Zeit, die Geschwindigkeit ererben. Weil nun aber die Ueberführung eines Körpers aus der Ruhe in die Bewegung, nach dem Maße der Geschwindigkeit, einen mehr oder weniger großen Theil der bewegenden Kraft für die Ueberwindung des Trägheitsmomentes in Anspruch nimmt, so muß auch das Bewegungsmoment der bewegenden Kraft um eben so viel größer werden, als dasjenige des zu bewegenden Körpers. Da nun die Basis der bewegenden Kraft, der Druck gegen den zu bewegenden Körper, für jeden einzelnen Fall eine bestimmte und unveränderliche Größe hat (bei der an feste Körper gebundenen bewegenden Kraft: das Gewicht derselben, bei gasförmigen die Compression derselben und die daraus entspringende Spannkraft), so muß die Geschwindigkeit der bewegenden Kraft die des bewegten oder vielmehr zu bewegenden Körpers um so viel mehr übertreffen, als jenes Trägheitsmoment mit der zu bewegenden Masse wächst.

Hieraus folgt unmittelbar, daß die bewegende Kraft um so länger auf den zu bewegenden Körper einwirken, um so länger mit demselben als beschleunigende Kraft in Verbindung bleiben muß, je größer das Trägheitsmoment des letztern ist, je größere Geschwindigkeit derselbe erhalten soll und je geringer die Basis

des Bewegunsmomentes der Kraft (Gewicht des bewegenden festen Körpers oder Spannkraft der bewegenden Gase) ist.

In dieser doppelten Nothwendigkeit einer die beachsichtigte Bewegung weit übersteigenden Geschwindigkeit der bewegenden Kraft und einer mehr oder weniger langen Verbindung derselben mit dem zu bewegenden Körper und zwar in der Richtung der beabsichtigten Bewegung ist nicht allein die schwer zu überwindende Schwierigkeit begründet, die bewegende Kraft, wie sie für eine geregelte Bewegung der Geschosse in allen erforderlichen Geschwindigkeitsgraden und Richtungen unerläßlich ist, an feste Körper (Hebel, Schleuder ꝛc.) zu knüpfen, sondern auch die gänzliche Unmöglichkeit, eine so gestaltete Kraft leicht zu erzeugen und zu handhaben. Selbst die Spannkraft fester Körper, ihre sogenannte Elastizität, ist so schwierig zu behandeln, zu messen und zu erzeugen, so unzuverlässig in ihren Wirkungen, daß ihr Gebrauch uns weit hinter dem beabsichtigten Erfolge lassen müßte. Wir würden daher auf eine sehr eng begrenzte Reihe von Flugbahngestalten, Anfangsgeschwindigkeiten, Schußweiten und wahrscheinlich auch Elevationen beschränkt werden und niemals eine genügende Kriegsbrauchbarkeit der Fernwaffen erreichen. Dieses Loos war den ältern Fernwaffen beschieden, welche sich auf die genannten Elemente stützten; die nothwendige Folge davon, ihre sehr beschränkte Anwendbarkeit und ihre geringen, sehr unzuverlässigen Leistungen ließen die ältern Kriegsheere auf dem eingeschlagenen Wege niemals zu einer energischen Fernwirkung zu gelangen.

Die Spannkraft gasförmiger Körper bleibt mithin die einzig brauchbare Grundlage für erfolgreiche und zuverlässige Fernwaffen, wenn nicht eine uns noch unbekannte, den Anforderungen an die bewegende Kraft noch mehr entsprechende Naturkraft entdeckt wird. Es ist hier nicht der Ort, an der Möglichkeit einer solchen Entdeckung, welche die Artilleriewaffe gänzlich umgestalten müßte, zu zweifeln oder dieselbe zu begründen, wir

halten vielmehr an dem Faktum fest, daß die Spannkraft der Gase vor der Hand die vollkommenste der für uns brauchbaren Bewegkräfte abgibt, so wie, daß alle andern Wege zu einer genügenden Wirkung zu gelangen, vor der Hand keinen günstigen Erfolg versprechen.

Die Natur der Gase gestattet zwei Wege, die Spannkraft derselben zu erregen und zu benutzen, nämlich durch Erwärmung vorhandener oder eben erzeugter, oder durch Entwickelung sehr kondensirter Gase.

Die erste Methode beruht auf dem Gesetz, daß die Wärme gasförmige Körper in einem schnell steigenden Grade ausdehnt und denselben eine bedeutende Spannkraft zu verleihen im Stande ist, wie wir dieß beim Wasserdampfe und bei der erhitzten Luft wahrnehmen. Man benutzt bei dieser Methode in der Regel den Wasserdampf zur Erzeugung der Spannkraft. Es bedarf keiner ausführlichen Erläuterung, daß die Erwärmung vorhandener oder eben erzeugter Gasarten keine bequeme, zuverlässige und kriegsbrauchbare bewegende Kraft abgeben kann, da die Erzeugung des Wasserdampfes und einer genau meßbaren Spannkraft desselben durch streng geregelte Wärme Schwierigkeiten hat, welche mit der Höhe der Dampfspannnung, wie sie für die Bewegung und Wirkung der Geschosse nothwendig ist, sehr schnell wachsen. An dieser Klippe werden alle Versuche mit Dampfgeschützen scheitern, wenn man auch davon absehen will, daß im freien Felde, selbst im Festungskriege, derartige Dampfmaschinen mit ihrem Zubehör durchaus keine brauchbare Waffe abgeben können.

Noch unbrauchbarer würde die Methode sein, vorhandene Gasarten so zu komprimiren, daß sie eine hinreichende Spannkraft gewönnen, wie etwa bei Windbüchsen, weil die Erzeugung dieser Spannkraft Kräfte und Anstalten fordern würde, welche im Gefecht gar nicht aufzubringen wären.

Und wie würde es mit der Herrschaft über die Zeit beim Gebrauche der eben gedachten Methoden stehen?

In diesen Andeutungen ist die Kritik für alle ähnlichen Versuche gegeben, welche nicht wohl einen bessern Erfolg als Kriegswaffen erringen werden als die bereits aufgetauchten.

Die einzige für den Krieg anwendbare Methode liegt in der Entwickelung sehr kondensirter Gase, welche gleich bei ihrem Entstehen eine ihrer vorangegangenen Kondensation angemessene hohe Spannkraft besitzen. Die höchste Kondensation der Gase ist in ihrer Verbindung zu starren Körpern gegeben, wie dieß bei unserm Schießpulver der Fall ist, in welchem sie sich in einem hohen Grade verdichtet vorfinden.

Es ist bekannt, daß die Spannkraft der Gase in demselben Verhältnisse steigt, wie ihre Dichtigkeit wächst, oder ihr Volumen abnimmt, und daß daher in dem Schießpulver eine um so grö=ßere Kraft entwickelt werden kann, je mehr Gase in demselben enthalten und je mehr sie in selbigem verdichtet sind. Wenn nun dem Schießpulver die Eigenschaft gegeben werden kann, die in ihm enthaltenen festen Gase augenblicklich oder doch äußerst schnell in den gasförmigen Zustand aus der ursprünglichen Verbindung frei zu geben, so gewährt dasselbe eine alle vorher besprochenen Methoden weit übertreffende Bewegkraft. Das Schießpulver besitzt diese Eigenschaft. In der Menge seines Gasgehaltes und in der Schnelligkeit der Entwickelnng derselben in ihren luftförmigen Zustand beruht die große absolute Kraft des Schießpulvers und somit die erste Begründung seiner Brauch=barkeit für unsere größere Fernwirkung.

Weil man im Schießpulver die Menge der an dasselbe ge=bundenen Gasarten ohne Schwierigkeit bestimmten Gesetzen un=terwerfen und durch eine festgehaltene Fabrikationsmethode eine gewisse gleichförmige Schnelligkeit der Entwickelung der Gase für alle Fälle zu sichern vermag, so ist die Steigerung der be=wegenden Kraft dem verschiedenen Bedürfnisse gemäß gegeben.

Hierdurch ist die erste Bedingung für die Größe der bewegenden Kraft erfüllt:

1. Die bewegende Kraft ist in jeder Größe gegeben und jeder Steigerung fähig.

Hierdurch ist man im Stande, verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten und verschiedene Flugbahngestalten zu erreichen.

Je kondensirter die Gasarten vor ihrer Entwickelung waren, desto heftiger wird ihr Bestreben sein, sich mit der atmosphärischen Luft ins Gleichgewicht, in gleich dichten Zustand zu versetzen, desto größer mithin die Geschwindigkeit ihrer Bewegung, ihrer Ausdehnung.

In diesem Gesetze, welchem alle Gasarten gehorchen, ist die zweite Bedingung der bewegenden Kraft gegeben:

2. Die bewegende Kraft ist durch ihre Geschwindigkeit mit dem bewegten Körper in hinlängliche Verbindung gesetzt, um auf denselben beschleunigend einwirken zu können, bis die beabsichtigte Bewegung erreicht ist.

Gleichzeitig ist aber auch die dritte Bedingung erreicht:

3. Die bewegende Kraft übt ihre Beschleunigung in der Richtung der beabsichtigten Bewegung aus.

Die beschleunigende Wirkung der Gase auf den zu bewegenden Körper, begründet durch die überwiegende Schnelligkeit ihrer Ausdehnung, ist aber ein äußerst einflußreiches Element ihrer Größe, indem diese beschleunigende Wirkung ein Mittel ist, die Erstwirkung der eben entwickelten Gase unbeschadet der vollen Wirkung zu ermäßigen, wovon uns die Raketen ein sehr augenfälliges Beispiel darbieten.

Die Größe der durch das Schießpulver und ähnliche Mischungen gegebenen Bewegkraft ist mithin durch drei Elemente begründet: Die Menge und Dichtigkeit der kondensirten Gase, die Schnelligkeit ihrer Ueberführung in den luftförmigen Zustand und die beschleunigende Wirkung auf den zu bewegenden Körper.

In der zweckmäßigsten Kombination dieser drei Elemente sind die Brauchbarkeit und Güte des Schießpulvers vorherrschend begründet, und man sieht ohne Weiteres ein, daß diese innern Verhältnisse des Schießpulvers vom wichtigsten Einflusse sind.

Wir werden diese Elemente später weiter betrachten.

Das Schießpulver gibt uns also durch die an dasselbe im festen Zustande gebundenen Gase und durch die Möglichkeit ihrer schnellen Ueberführung in den luftförmigen Zustand eine bewegende Kraft, welche eine den Bedürfnissen entsprechende Steigerungsfähigkeit besitzt und außerdem eine auf die vorangegangene Kondensation gegründete Schnelligkeit, wie sie nur so ungewöhnlich kondensirten Gasen erreichbar ist.

Es kommt nunmehr nur noch darauf an, die Gase in einer bestimmten Menge und Dichtigkeit an das Schießpulver zu binden, um seine Brauchbarkeit für die Geschoßwirkung zu vollenden, denn alsdann hat man in einer gegebenen Menge Schießpulver eine entsprechende Menge wirksamer Gase, und die vierte Bedingung ist erfüllt:

4. Die Größe der bewegenden Kraft ist einem bestimmten Maße unterworfen.

Durch diese vier Bedingungen ist die bewegende Kraft in einer jeder Steigerung fähigen und der Meßbarkeit unterworfenen Größe gegeben, so daß man in den Stand gesetzt ist, jede Anfangsgeschwindigkeit zu erzeugen, so weit dieß unter den früher besprochenen Bedingungen möglich oder angemessen ist.

Man hat durch das Gewicht des Schießpulvers bei bestimmten Verhältnissen zwischen seinen starren und gasförmigen Bestandtheilen gleichzeitig das Gewicht der in ihm kondensirten Gase, ihr Volumen und selbstredend das Maß ihrer Kondensation, also auch gleichzeitig der ihnen innewohnenden Spannkraft. Diese Spannkraft wird nun zwar, wie wir später sehen wer-

den, durch die bei der Entwickelung wirksame Hitze sehr wesentlich gesteigert und außerdem durch eine Menge anderer Einflüsse merklich berührt, allein wenn man im Stande ist, diese verschiedenen Einflüsse, so weit es ihre Natur irgend zulassen will, zu regeln, so kann das Gewicht der Schießpulvermengen ein sehr brauchbarer Maßstab für die Größe der bewegenden Kraft werden, und außerdem ist es der bequemste. Die Genauigkeit, mit welcher man Gewichte abmessen kann, wird daher auch unter gewissen Bedingungen auf die Meßbarkeit der bewegenden Kraft selbst übertragen werden können.

Je mehr und je dichter die Gase im Pulver vorhanden sind, je schneller sie entwickelt werden, je mehr also an absoluter Kraft in einer gegebenen Pulvermenge enthalten ist, je schneller mithin dieselbe mit den Gewichten steigt, desto schwieriger wird es, mit hinreichender Genauigkeit und Sicherheit kleinere Abstufungen in der Größe der bewegenden Kraft abzumessen. Hieraus folgt:

5. Die genaue Meßbarkeit der bewegenden Kraft, die Grundlage einer leicht, sicher und vielfach zu regelnden Flugbahn, tritt einer zu großen absoluten Kraft des Schießpulvers entgegen.

6. Eine den Bedürfnissen der Geschoßwirkung noch genügende und mit den übrigen Bedingungen eines kriegsbrauchbaren Schießpulvers übereinstimmende absolute Kraft ist der größern vorzuziehen.

Da die Menge der im Schießpulver enthaltenen Gase die natürliche Grundlage seiner absoluten Kraft, die Schnelligkeit ihrer Entwickelung dagegen den zweiten Faktor derselben ausmacht, so ist es vortheilhaft, diesen veränderlich zu halten und jene Grundlage ungeändert zu lassen, um den Uebergang zu einer stärkern absoluten Kraft in den kleinsten Abstufungen herbeiführen zu können.

Hieraus würde sich demnach ergeben:

7. Die geringere absolute Kraft des Pulvers ist durch eine langsamere Gasentwickelung, oder, durch eine geringere Heftigkeit des Pulvers innerhalb der dafür statthaften Grenzen zu erzielen und erst, wenn dieses Verfahren nicht mehr gerathen ist, durch Verringerung der Gasmenge.

Außer der Größe und Meßbarkeit der bewegenden Kraft kommt hier noch die Lenkbarkeit, Richtung derselben in Betracht. Es bedarf keiner Auseinandersetzung, daß keine Kraft so leicht in eine bestimmte Richtung gebracht und darin erhalten werden kann, als die Kraft bewegter Gase, welche bei einem äußerst geringen absoluten Gewichte eine fast unmeßbar zu nennende, geringe Reibung an den berührten Körpern erleiden.

Auch die Lenkbarkeit der gasförmigen Bewegkraft steht in einer nicht zu verkennenden Beziehung mit der Heftigkeit ihrer Entwickelung. Wie unlenksam sind die urplötzlich in ihrer vollen Stärke entwickelten Gase der Knallsalze, die dem Geschoß nicht so viel Zeit geben, vor ihnen her auszuweichen, um ihrer Ausdehnung Platz zu machen, sondern, sich in allen Richtungen Bahn brechend, das Geschützrohr zertrümmern! Wie lenksam dagegen das Schießpulver und noch mehr das Schießpulver in seinen verschiedenen Verdichtungen und Mengungen der sogenannten Feuerwerkssätze!

Während starke Geschützröhre in dem einen Falle die Richtung der entwickelten Gase kaum mit zuverlässiger Sicherheit zu bestimmen vermögen, reicht in dem zweiten eine hölzerne oder papierne Hülse dazu hin!

Wie viel weniger beschleunigende Kraft haben Knallsalze als gewöhnliches Schießpulver!

Hieraus folgt:

8. Die Lenkbarkeit und die beschleunigende Wirkung des Schießpulvers nehmen schnell ab, sobald die Heftigkeit seiner Gasentwickelung eine gewisse Grenze zu überschreiten beginnt.

Es ist offenbar, daß jeder Körper je nach seinem Gewichte einer gewissen, nicht ohne Nachtheil für den Kraftaufwand und für andere Rücksichten weiter zu verkürzenden Zeit bedarf, um aus der Ruhe in Bewegung versetzt zu werden, daß daher auch die bewegende Kraft eine der beabsichtigten Wirkung günstigste Kombination ihrer Masse (hier Gasmenge) und ihrer Geschwindigkeit (hier Spannkraft), d. h. eine günstigste absolute, gewissermaßen innere Größe haben muß, wenn sie den höchsten Erfolg erringen will.

Daher liegt:

9. In dem richtigen Verhältnisse zwischen Erstwirkung der gleichzeitig entwickelten Gase auf das Geschoß und der beschleunigenden Nachwirkung derselben die höchste absolute Größe und Lenkbarkeit der Pulverkraft, aber nicht die höchste absolute Spannkraft des Pulvers.

Um von der beschleunigenden Nachwirkung der Pulvergase Gebrauch machen zu können, dieselbe zu richten, denn ihre Richtung muß vor allen Dingen mit der Richtung des ersten Stoßes oder Druckes gegen das Geschoß zusammenfallen, bedürfen wir einer angemessenen Länge der Geschützröhre, worüber im Spätern weiter gesprochen werden wird.

Alle die hier entwickelten Sätze besprechen nur die absolute Größe als innere Eigenschaft des Schießpulvers nnd haben mit der relativen, von der erforderlichen Anfangsgeschwindigkeit abhängigen Größe (Ladung) nichts zu thun. Sie enthalten zwar nur wohlbekannte, in der Praxis befolgte und vielfach bestätigte Wahrheiten, allein sie durften hier nicht übergangen, noch oberflächlich behandelt werden, wo es sich um eine klare Einsicht in das innerste Wesen der bewegenden Kraft handelt. Ihre Allgemeinheit entspricht der Absicht dieser Betrachtungen, deren Zweck es nicht ist, darzulegen, wie die bewegende Kraft in der Wirklichkeit fabrizirt wird, sondern welche innern Gründe sich für die Konstruktion und Fabrikation ergeben.

§. 38.

Eigenschaften bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Treffens.

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens beruhet auf zwei Grundbedingungen, und zwar vor allen Dingen auf der Möglichkeit, die Wirkung der bewegenden Kraft auf das Geschoß in möglichst sanft aufsteigender Stufenfolge, also in einer möglichst vielgliedrigen Reihe sehr nahe an einander liegender Wirkungsgrößen abzumessen, demnächst aber auf der Gleichförmigkeit der Wirkung der bewegenden Kraft unter gleichen Umständen, also bei gleichen Ladungen, Elevationen ꝛc. —

Je absolut stärker oder heftiger die Wirkung des Schießpulvers ist, desto größer ist die Zunahme der Wirkung bei gleicher Zunahme der Ladung, und zwar bis zu derjenigen Grenze, wo die Heftigkeit der Pulverwirkung überhaupt noch eine Steigerung der Triebkraft zuläßt, desto geringere Unterschiede in den Ladungen kommen zu einem sichtbaren Einflusse auf die Gestalt und Länge der Flugbahn, desto genauer müssen die Ladungen abgemessen werden. Es werden mithin auch alle geringern, in der Wirklichkeit nicht zu umgehenden Fehler in der Abmessung der Ladungen, in der Bedienung, in den Elevationen ꝛc. einen weit größern Einfluß auf die Flugbahn der Geschosse gewinnen und der Wahrscheinlichkeit zu treffen sehr merklich entgegen wirken.

Hieraus folgt demnach:

10. Mit der zunehmenden absoluten Größe der bewegenden Kraft, oder mit andern Worten, mit der zunehmenden Heftigkeit der Pulverkraft nimmt die Wahrscheinlichkeit des Treffens ab, und zwar merklich.

Daher ist:

11. Die Heftigkeit der Pulverkraft auf ihr zulässiges Minimum zurückzuführen.

Wir haben in der Praxis die augenfälligsten Belege dafür, daß mit der Zunahme der Ladungen (relativen Größe der bewegenden Kraft), die Längen- und selbst auch die Seitenaus-

breitungen merklich größer werden, wie viel mehr muß nicht die zunehmende absolute Größe der bewegenden Kraft, welche alle Fehler im Maße der Ladungen multiplizirt, auf Abnahme der Trefffähigkeit hinwirken?

Dazu kommt noch, daß, wie die Erfahrung lehrt, jedes heftiger wirkende Pulver auch weit empfindlicher gegen Einflüsse von Außen her ist, mithin die Abmessung einer bestimmten Größe bei aller nur denkbaren Genauigkeit leicht unwirksam machen kann. Diese nachtheiligen Einflüsse werden aber weit schneller steigen als die absolute Pulverkraft, weil sie sich nicht kompensiren, sondern in der äußern Erscheinung stets multipliziren, indem sie in Summa immer nur die Unzuverlässigkeit des einzelnen Schusses, seine Ungleichheit mit den andern steigern.

Wenn es nun keiner weitern Darlegung bedarf, daß die gleichförmige Wirkung der Pulverkraft in Bezug auf absolute Größe und beschleunigende Nachwirkung die eigentliche und einzige Basis einer genauen Meßbarkeit derselben ausmacht, so ist es nicht weniger klar, daß die zunehmende Heftigkeit der Pulverwirkung die Gleichförmigkeit derselben außerordentlich gefährden kann.

Weil die Zeit, in welcher die Pulverkraft sich bis zu ihrer vollen Kraftäußerung entwickelt, so außerordentlich kurz ist, daß sie sich bisher jeder Messung entzogen hat, so ist es auch unmöglich gewesen, den vollen Einfluß einer Zunahme der Heftigkeit des Pulvers, seiner sogenannten Explosibilität auch nur annähernd abzuschätzen, allein die erweislich mit der zunehmenden Anfangsgeschwindigkeit in weit höheren Potenzen steigende Größe des Luftwiderstandes ist ein so natürliches Analogon seinem innersten Wesen nach, daß kein Zweifel daran erlaubt ist, mit der Zunahme der Heftigkeit eine weit schnellere Abnahme der Wahrscheinlichkeit des Treffens und der gleichförmigen Pulverwirkung vorauszusetzen.

§. 39.

Eigenschaften bezüglich der Schnelligkeit des Feuers.

Es ist offenbar, daß die Schnelligkeit des Feuers nur davon abhängig werden kann, mit welcher Leichtigkeit und Schnelligkeit man im Stande ist, die bewegende Kraft in jeder beliebigen Größe und in jeder erforderlichen Richtung zu entwickeln. Mit Bezug auf das sogenannte Schießpulver, d. h. auf die Verbindung von festen und gasförmigen Bestandtheilen, welche bisher allgemein zur bewegenden Kraft angewendet wird, sind die eben erwähnten Bedingungen in der Entzündbarkeit und Verbrennlichkeit, in der Meßbarkeit und in der Lenkbarkeit dieser Bewegkraft gegeben. Ueber die Meßbarkeit und Lenkbarkeit haben wir bereits gesprochen, so weit dadurch die Wirkung bedingt ist, und es wird hier nur noch hinzuzufügen sein, daß die Abmessung der Ladungen bereits geschehen sein muß, wenn der Gebrauch derselben eintreten soll, um die Schnelligkeit des Feuers möglichst zu befördern. Es tritt uns daher hier als erster Grundsatz entgegen:

12. Das Abmessen der Ladung muß von den Geschäften der Geschützbedienung gänzlich ausgeschlossen sein.

Dieß setzt voraus, daß alle Relationen, welche zwischen den Anfangsgeschwindigkeiten, den Elevationen und Schußweiten Statt finden und von welchen man Gebrauch zu machen beabsichtigt, genau bekannt sein müssen.

Hieraus folgt im Interesse der Wahrscheinlichkeit des Treffens, welche dem der Schnelligkeit des Feuers selbstredend niemals geopfert werden darf, daß, wenn man mit abgemessenen Ladungen schießen will:

13. Jene Relationen zwischen Anfangsgeschwindigkeit, Elevation und Schußweite bereits gegeben sein müssen, und daß man:

14. sich nur in den Grenzen der hinreichend ermittelten und für den Gebrauchsfall geeigneten Schußarten bewegen darf.

Endlich bedingen die eben entwickelten Grundsätze in weiterer Durchführung:

15. Man muß sich, wenn die Schußart gewählt ist, bei der Bestimmung der Ladung stets innerhalb desjenigen Spielraumes halten, welchen die Natur der Schußart gestattet.

Nur hierdurch gelangt man zu derjenigen Unveränderlichkeit der Ladung, ohne welche eine energische Feuerthätigkeit niemals möglich sein wird.

Wie man nun in der Praxis diese in den meisten Fällen ziemlich festgehaltene Unveränderlichkeit der Ladungen zur weitern Erhöhung der Schnelligkeit des Feuers und zur Beförderung der Leichtigkeit, Einfachheit und Schnelligkeit der Geschützbedienung ausbeutet, indem man die abgemessenen Ladungen schon im Voraus sich bereitet und in verschiedenen Formen einhüllt, in sogenannten Kartuschen oder Patronen mit oder ohne Geschoß mitführt, gehört in den Bereich der Artillerietechnik ꝛc. Ist uns nunmehr die abgemessene Ladung fertig zum Gebrauche gegeben, so knüpft sich die Schnelligkeit des Feuers nur noch an die Bedingung, aus dieser Ladung die bewegende Kraft so schnell entwickeln zu können, als es die Umstände erheischen mögen, mithin an die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit des Schießpulvers und demnächst an die Zündmethode.

Wir wissen aber bereits, daß die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit des bekannten Schießpulvers so groß ist, daß diese Eigenschaften in Bezug auf Schnelligkeit des Feuers gar nicht mehr in Betracht gezogen werden dürfen. Dagegen machen dieselben, indem sie, wie wir später bei der nähern Betrachtung des Schießpulvers sehen werden, die Heftigkeit seiner Wirkung, seiner absoluten Kraft bedingen, wesentliche Grundeigenschaften des Pulvers aus.

Was nun schließlich die Zündmethode betrifft, so gehört dieselbe mit ihren Grundbedingungen eigentlich schon ins Gebiet

der Artillerietechnik und der Geschützbedienung oder des ausübenden Dienstes.

Es soll daher nur so viel angedeutet werden, daß die Zündmethode nicht allein in allen Verhältnissen zuverlässig sein muß, sondern daß auch ihre Einwirkung auf die Ladung, d. h. auf die Größe ihrer Wirkung so wenig als möglich sichtbar werden darf. Die nothwendige Zuverlässigkeit der Zündung macht eine gewisse Heftigkeit derselben unvermeidlich. Die daran sich knüpfende Einwirkung auf die Ladung wird um so stärker, störender und schädlicher hervortreten, je heftiger die Zündung und je kleiner die zu zündende Ladung sind.

Hieraus geht hervor:

16. Die mit der unerläßlichen Zuverlässigkeit der Zündung verbundene Heftigkeit derselben muß wegen ihres störenden Einflusses auf die Ladung möglichst gering und selbstredend gleichförmig gehalten werden.

17. Bei kleinen Ladungen, namentlich aber bei Ladungen mit losem Pulver müssen heftige Zündungen so viel als möglich vermieden werden, um der Wahrscheinlichkeit des Treffens nicht zu schaden.

Der Artillerietechnik liegt es ob, diese Grundsätze für die Fabrikation der Zündungen weiter zu entwickeln, und wir haben uns hier mit der wissenschaftlichen Herleitung derselben zu begnügen.

Alle übrigen Bedingungen für die Schnelligkeit des Feuers stehen mit dem Modus der Geschützbedienung und mit der Handlichkeit der Geschütze in Verbindung, so daß sie hier keine weitere Berücksichtigung erfahren.

§. 40.

Eigenschaften in Bezug auf Kriegsbrauchbarkeit.

Der Gebrauch irgend eines Materiales, irgend einer Einrichtung zu kriegerischen Zwecken, vorzugsweise aber zum Kampfe

selbst, setzt Eigenschaften voraus, welche dem Materiale oder der Einrichtung einen äußern Stempel aufprägen, der dem Wesen des Krieges, des Kampfes um so mehr entnommen sein muß, je mehr und je inniger das Material und die Einrichtung in den unmittelbaren Kampf verflochten sein sollen, je mehr sie den Charakter der Waffe an sich tragen.

Wenn man es auch als Grundsatz erachten muß, durch dieses äußere Gepräge der Kriegsbrauchbarkeit die innern wesentlichen Eigenschaften unberührt zu lassen, so wird doch schon die natürliche Unvollkommenheit alles Materiellen, der unauflösliche Zusammenhang des Aeußern und Innern in den meisten Fällen einen sehr unbequemen, manchmal störenden Widerstreit zwischen den innern Eigenschaften und der Kriegsbrauchbarkeit hervorrufen. Wie oft hat nicht schon dieser Widerstreit uns gezwungen, eingeschlagene Wege und die an sie geknüpften Erwartungen aufzugeben, um neue einzuschlagen, oder zu den verlassenen zurückzugehen?

Welcher Art und Beschaffenheit die Waffen, das Kriegsmaterial sein mögen, so muß bei allen die Kriegsbrauchbarkeit sich auf dieselben Grundeigenschaften stützen, aus welchen die speziellen materiellen Eigenschaften für jede Waffe, jedes Material herzuleiten sind.

Es ist mithin wichtig, die allgemeine Grundlage der Kriegsbrauchbarkeit festzustellen, um daraus mit Leichtigkeit an jedes einzelne Kriegsmaterial anknüpfen zu können.

Diese allgemeine Grundlage wird sich ihrem Wesen nach auf vier Hauptpunkte beziehen: 1. Leistung, 2. Anwendung, 3. Erhaltung und 4. Beschaffung.

Was nun zuerst die Leistung betrifft, so muß dieselbe der damit verbundenen Absicht entsprechen, und zwar unter allen mit dem Kampfe verbundenen Umständen und Zufälligkeiten, welche entweder an das Wesen des Kampfes geknüpft sind, oder doch nicht von uns beseitigt werden können. Diese Unabhängigkeit

der Leistung vom Wesen und den Zufälligkeiten des Kampfes wird niemals vollkommen zu erreichen sein, sie muß aber um so durchgreifender erstrebt werden, je allgemeiner und durchgreifender, je energischer die Anwendung der fraglichen Waffe, oder des fraglichen Materiales auf den Kampf Statt finden soll.

Wir haben bereits mehrfach den Schluß ziehen müssen, daß die Größe der Leistungen, der Wirkung, sich an Bedingungen knüpft, deren Vereinigung mit den übrigen Elementen niemals in den Extremen aller möglich wird.

Auch hier fühlen wir ohne weitere Erörterung deutlich heraus, daß die Leistung mit der Anwendung, Beschaffung und Erhaltung in vielfache Wechselwirkung, in einen steten Conflikt der entgegengesetzten Interessen treten wird.

In dem Gleichgewichte dieser verschiedenen Ansprüche ist die höchste Kriegsbrauchbarkeit, wie der höchste Totalerfolg gegeben.

Das Gleichgewicht bedingt aber stets eine so große Ermäßigung der Ansprüche in den einzelnen Richtungen, daß ihre Vereinigung zu einem kriegsbrauchbaren Ganzen möglich wird. Je allgemeiner und durchgreifender man von dem Ganzen Gebrauch machen will, desto schwieriger ist es, die verschiedenen Ansprüche mit einander auszugleichen, ohne dem einzelnen Interesse zu viel Abbruch zu thun, desto größer wird die Ermäßigung einzelner sein müssen.

Die Leistung, als vornehmste Grundlage der Kriegsbrauchbarkeit, macht ihrem Wesen nach die stärksten Ansprüche und ist am empfindlichsten gegen ihre Behandlung, gleichwohl muß sie zur Grundlage der Konstruktion genommen werden, wenn man nicht von Hause aus in eine falsche Richtung gerathen will. Es gibt daher nur einen Ausweg für eine kriegsbrauchbare Konstruktion, nämlich den, die Größe der Leistung auf das für den kriegerischen Zweck zulässige Minimum herabzusetzen, dadurch eine feste, unveränderliche Konstruktions-

basis zu gewinnen, an welche die übrigen Eigenschaften zu knüpfen sind.

Wenden wir diese Betrachtungen auf das Schießpulver an, dessen Leistungsfähigkeit durch seine absolute Kraft, also durch seine Gasmenge und die Heftigkeit ihrer Wirkung gegeben ist, und berücksichtigen wir dabei, daß die Menge und Spannkraft der Gase, als Grundlage der absoluten Kraft, möglichst groß und unveränderlich gehalten werden muß, so behalten wir hier noch die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit des Schießpulvers als diejenigen Faktoren der absoluten Kraft, deren Herabstimmung sich am unschädlichsten für die Größe der Leistung bewirken läßt.

Hieraus folgt im Interesse der Leistung und Kriegsbrauchbarkeit:

18. daß die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit des Schießpulvers bei möglichst großem Gasgehalt auf ihr zulässiges Minimum zurückgeführt werden müssen.

In diesem Satze ist die Basis der Konstruktion des Schießpulvers gegeben, an welche sich die übrigen Bedingungen anknüpfen lassen müssen.

An die Leistung des Schießpulvers schließt sich unmittelbar die Zuverlässigkeit derselben, also die Zuverlässigkeit einer stets gleichförmigen Entzündung und Verbrennung des Pulvers an. Da wir nunmehr die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit als gegebene Größen zu erachten haben, so tritt hier noch die Zündmethode als veränderliche Größe ins Spiel, von welcher wir bereits wissen, daß die zulässig geringste Heftigkeit des Zündmittels im Interesse der Wahrscheinlichkeit des Treffens gewählt werden muß.

Es erscheint unstreitig am entsprechendsten, die Zündung aus dem Schießpulver selbst zu fertigen, indem alsdann nur gleichartige Elemente auf einander wirken werden, wodurch der Zuverlässigkeit eben so sehr gedient ist, als einer genau zu re-

gelnden Heftigkeit der Zündung. Man kann alsdann die Zündung als ein beliebig zu tempirendes Mittelglied ansehen, dessen Anbrennung rein nach den Rücksichten der Zuverlässigkeit bewirkt werden kann. Hierdurch würde man zur Zusammensetzung der gewöhnlichen Schlagröhren (Brändchen oder wie sie sonst heißen mögen) mit einer Perkussions- oder Friktionszündung ꝛc. als der entsprechendsten Zündung gelangen.

Wir sehen hier, wie innig die Wechselwirkung der so vielfachen und sich immer zahlreicher hervordrängenden Interessen ist, wie allseitig sie sich durchdringen, und wir werden es mit jedem Schritte vorwärts immer lebhafter empfinden, wie schwierig ihre Vereinigung, wie verwickelt die Konstruktion werden muß!

Wie viel Veranlassung für die Kritik der Konstruktionen, sorgsam, vorsichtig und gründlich zugleich zu sein! Wie schädlich, eben so sehr für die Wissenschaft, wie für die Praxis, werden voreilige, einseitige, allezeit fertige Kritiken sein! Es ist nicht weniger Pflicht der wissenschaftlichen Besprechung, vor diesen Abwegen zu warnen, als es ihre Pflicht ist, die Grundsätze der Kritik zu entwickeln. Diese Pflicht der Warnung erscheint um so dringender, je mehr mit dem Fortschritte der Wissenschaft, mit dem Wachsthume und der Erkräftigung ihrer abstrakten Grundlage die Neigung zu abstrakten, einseitigen und absprechenden Urtheilen hervorgerufen wird. Unsre Zeit scheint auch die Artilleriewissenschaft in die eben so fruchtbringende, als oft zügellose und gefährliche Periode eines heftig gährenden Ideenkampfes versetzt zu haben, zügellos durch ihre Urtheile und Forderungen, gefährlich für diejenigen, deren Kritik sich nicht auf Erfahrung, nur auf Schulbildung stützen kann. Darum erscheint es so nothwendig, sich in die Tiefe, in das innere Wesen der Materie zu versenken, so schwierig dies auch sein, so abstrakt es erscheinen mag! Durchdrungen von dieser Nothwendigkeit werden unsere Betrachtungen sich oft tiefer und gründ-

licher in die Materie verwickeln, als es einem ungeduldigen, selbthätigen und weniger fügsamen Geiste zusagen wird.

Was nunmehr die Rücksichten der Anwendung betrifft, welche die Kriegsbrauchbarkeit fordert, so ist zuerst der Kraftaufwand, welchen die Anwendung mit sich bringt, zu beachten. Je energischer die geforderte Wirkung sein soll, je mehr dazu Einzelnwirkungen der Geschosse gehören, je mehr dieselben in die dazu durch die Verhältnisse verschieden zugemessene Zeit sich zusammendrängen müssen, je allgemeiner die Anwendung der Fernwirkung in ihren verschiedenen Gestalten werden soll, desto weniger darf die Anwendung selbst mit einem unbequemen Aufwande an Arbeitskräften verbunden sein, mögen nun diese Arbeitskräfte durch Menschen, Thiere, Maschinen oder sonstige Vorrichtungen aufgebracht werden.

Die Wurfmaschinen der Alten, basirt auf den Stoß von Hebeln gegen die Geschosse, auf die Schwungkraft der Schleuder, auf die Elasticität der Darmsaiten und Seile ꝛc. forderten ungewöhnliche Bedienungskräfte, welche im Augenblicke des Gebrauches erst die Kraft erzeugen und dann sie anwenden, lenken und regeln mußten. Dieß mußte jede allgemeine und energische Kampfthätigkeit solcher Wurfmaschinen unmöglich machen. Die Anwendung von Wasserdämpfen und komprimirter Luft ist nicht viel weniger unbequem für einen durchgreifenden und energischen Gebrauch, und setzt eine Gunst der Umstände voraus, welche niemals in sichere Rechnung gestellt werden darf.

In dieser Beziehung tritt, wenn man auch von dem wesentlichsten Vorzuge der großen Meßbarkeit und beliebigen Steigerung ganz absehen will, das Schießpulver in einer so entschiedenen Ueberlegenheit auf, daß die eben genannten Methoden tief in den Hintergrund zurückgedrängt werden. Die Erzeugung der Kraft fällt im Augenblicke des Gebrauches nicht allein ganz fort, sondern man hat sie auch in der erforderlichen Größe zum augenblicklichen Gebrauche bereit, so daß nicht nur die Erzeu-

gung, sondern auch die Abmessung der bewegenden Kraft von den zur Anwendung erforderlichen Verrichtungen gänzlich getrennt sind.

Hierdurch wird der zur Bedienung nothwendige Kraftaufwand auf dasjenige Maß zurückgeführt, welches durch die Schwere der Geschosse und durch die Schwere und Einrichtung der Geschütze gegeben ist.

Die Schwere der Geschosse ist durch die Größe ihrer Wirkung bedingt, so daß in dieser Beziehung das Schießpulver keine größern Arbeitskräfte fordern kann, als mit der Wirkung selbst in unvermeidlicher Verbindung stehen.

Eben so ist die Schwere der Geschütze eine unzertrennliche Folge der Größe der bewegenden Kraft und selbstredend der darauf gegründeten Wirkung, so daß, wenn die Schwere der Geschützeinrichtung auf das für die Wirkung zulässige Minimum zurückgeführt ist, auch in dieser Richtung für die höchste Oekonomie der Arbeitskräfte weit mehr geschehen ist, als die Natur der, bisher bekannten, bewegenden Kräfte irgend zulassen könnte.

Die Gestalt der Flugbahn, der Gebrauch der Geschütze für verschiedene Schußarten und Wirkungsgrößen hat eine verschiedene Einrichtung der Geschützröhre und namentlich auch ihrer Laffetirung und Bewegung hervorgerufen und hierdurch die Bedienung dieser Geschützeinrichtungen mannichfachen Verschiedenheiten unterworfen, welche also auch nur hierin und nicht in der Natur der bewegenden Kraft begründet sind. Wir sehen demnach die Größe der erforderlichen Arbeitskraft nur an die Größe und an die Art und Weise der Wirkung der Geschosse und Geschützeinrichtungen, nie aber an die bewegende Kraft selbst geknüpft, die überall gleiche und zwar mit ihrer Größe außer aller Beziehung wenige Arbeitskräfte in Anspruch nimmt.

Das Schießpulver hat also in Bezug auf die erforderliche Arbeitskraft alle nur wünschenswerthe Geeignetheit zu einer allgemeinen und höchst energischen Anwendung im Kriege.

Eben so ist die Anwendung desselben der zweiten Forderung des Kriegsgebrauches, der Einfachheit, bis zu einem Grade entsprechend, welcher nichts zu wünschen übrig läßt. Selbst die an den Gebrauch des Schießpulvers geknüpften Einrichtungen der Geschütze, dieser Regulatoren der bewegenden Kraft, haben eine Einfachheit, welche sich mit keiner andern bewegenden Kraft vereinigen läßt.

Die Einfachheit der Waffen und des Kriegsmateriales, so wie des Gebrauches derselben, muß als ein wesentliches Fundament einer allgemeinen, energischen, dem Zufalle so weit als möglich entzogenen Anwendung zu der mit der höchsten Gefahr und mit Aufopferungen verbundenen kriegerischen Thätigkeit erachtet werden.

In Bezug auf die Natur des Schießpulvers tritt zu diesen beiden Bedingungen noch die Gefahrlosigkeit seines Gebrauches für die damit ausgerüsteten Streitkräfte.

Die Erfahrung, daß mit der Entzündlichkeit des Schießpulvers und aller ähnlichen Mengungen auch die Gefährlichkeit ihrer Anwendung, Behandlung, Handhabung, Erzeugung ꝛc. sich steigern, machen diese Angelegenheit zu einer sehr wichtigen Frage und führen uns auch hier wieder auf jenen mehrfach entwickelten Satz zurück, auf das irgend zulässige Minimum der Entzündlichkeit sich zu beschränken, während dieser Grundsatz gleichzeitig um so mehr darauf hinweist, die absolute Größe der bewegenden Kraft durch eine möglichst große Menge der entwickelbaren Gase zu begründen.

Die dritte allgemeine Rücksicht der Kriegsbrauchbarkeit, die Erhaltung, ist durch die Natur des kriegerischen Gebrauches mit eigenthümlichen Schwierigkeiten verknüpft. Die Bewegung, der Transport, die Behandlung der Waffen und des Kriegsmateriales unter den ungünstigsten Umständen, unter dem Einflusse von Wind und Wetter, von Strapatzen und unzähligen Zufällen, macht die Erhaltung in dem normalen, einen zuver-

läſſigen Gebrauch und Erfolg begründenden Zuſtande um ſo ſchwieriger, je empfindlicher, je zuſammengeſetzter und künſtlicher ihre Einrichtung iſt. Je empfindlicher, je entzündlicher das Schießpulver iſt, deſto früher wird es jenen ungünſtigen Einflüſſen und namentlich, wie die Erfahrung lehrt, der Witterung und der Temperatur unterliegen, deſto früher wird es in ſeinen Leiſtungen unzuverläſſig werden und deſto mehr Gefahr mit ſeinem Transport ꝛc. verknüpft ſein.

Es bedarf keiner weitern Entwickelung, um auch hier die eben wiederholten Grundſätze über die Entzündlichkeit und den Gasgehalt von Neuem beſtätigt zu finden.

Die vierte allgemeine Bedingung der Kriegsbrauchbarkeit, die Beſchaffung, ſtellt in der Leichtigkeit und Unabhängigkeit derſelben von äußern, durch den Kriegszuſtand erzeugten Verhältniſſen, in der Schnelligkeit, Wohlfeilheit und Gefahrloſigkeit der Erzeugung in den entſprechenden Mengen neue und wichtige Bedingungen zu den vorigen.

Je mehr der Kriegszuſtand alle beſtehenden Verhältniſſe der kriegführenden Nationen durchdringt und umſtimmt, je mehr der Verkehr und die Induſtrie geſtört werden, je mehr die Beſchaffung an dieſe Bedingungen geknüpft und erſt im Augenblicke des eintretenden Bedürfniſſes thunlich iſt, wenn eine lange Aufbewahrung nicht möglich wird, je mehr durch den Krieg die finanziellen und induſtriellen Kräfte der Kriegsparteien in Anſpruch genommen werden, deſto ſtärker treten jene Rückſichten in den Vordergrund.

Es bedarf keiner weitern Ausführung dieſer Andeutungen, um die Rückſichten der Beſchaffung würdigen zu können. Wir wiſſen, daß das Schießpulver mit dieſen Rückſichten ſich ſo weit vereinigen ließ, daß es den wohlfeilſten und beſchaffbarſten Theil des Kriegsmateriales ausmacht. Selbſt der außerordentliche und allen Vorausſichten nach wohl nicht leicht wiederkehrende Fall, in welchem ſich Frankreich beim Anfange der Revolutions-

kriege befand, als ihm die Zufuhr des Salpeters abgeschnitten war, hat die Anwendung des Schießpulvers nicht unterbrechen können.

Nachdem wir nunmehr die allgemeinen Eigenschaften, deren die bewegende Kraft für ihre Zwecke bedarf, in den wesentlichsten Richtungen mit einleitender Hindeutung auf das Schießpulver, als die vor der Hand geeignetste und erfolgreichste Kraft erörtert haben, gehen wir zunächst zu den wesentlichsten Eigenschaften des Schießpulvers und demnächst zu den Eigenthümlichkeiten seiner Wirkungsweise über.

Wenn hierbei gänzlich von den Fabrikationsmethoden des Schießpulvers abgesehen wird, so geschieht dieß nicht allein in Uebereinstimmung mit dem Wesen und Zwecke der vorliegenden Betrachtungen, sondern auch mit Rücksicht darauf, daß der Einfluß dieser Methoden auf Güte, Kraft und Kriegsbrauchbarkeit des Pulvers um so klarer abgeleitet werden kann, je mehr sich die entwickelten Ansichten und Gesetze von den Einwirkungen der Methoden selbst frei halten.

Man hat in neuester Zeit vielfache Gelegenheit gehabt, den großen, überraschenden und zum Theil für die Dauer der Geschütze verderblichen Einfluß kennen zu lernen, welchen die Vervollkommnung der Fabrikation durch Darstellung eines sehr reinen, geläuterten und darum den Wirkungen der sogenannten Knallsalze sehr viel näher gerückten Schießpulvers mit sich geführt hat.

Diese, in solcher Stärke keineswegs erwartete, Erscheinung hat eine erhöhte Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und wird in den verschiedensten Richtungen beobachtet und verfolgt werden müssen. In wie weit die Entzündlichkeit nach den obigen Andeutungen ein kräftiges Element sein wird, jenen schädlichen Einwirkungen der zu großen Heftigkeit entgegenzutreten, ohne die Vortheile innerer Reinheit der Bestandtheile zu opfern, muß sorgsamen Versuchen unterworfen werden.

§. 41.

Ueber die Zusammensetzung des Schießpulvers im Allgemeinen.

Wir wissen aus dem Vorigen, daß die Spannkraft sehr komprimirter und an starre Körper gebundener Gase die erfolgreichste und brauchbarste bewegende Kraft für die Fernwirkung der Geschosse abgibt, und es ist ferner entwickelt worden, daß die absolute Größe der bewegenden Kraft durch die Menge der komprimirten Gase zu begründen und durch die Heftigkeit, mit welcher dieselben aus dem starren in den elastischflüssigen Zustand übergeführt werden (Entzündlichkeit), zu regeln ist.

Hieraus folgt:

1. Das Schießpulver muß möglichst viele, in den gasförmigen Zustand überzuführende, Bestandtheile enthalten.
2. Dieser Wechsel des Aggregatzustandes bedingt durch seinen heftigen Verlauf die absolute Kraft. Derselbe ist daher
3. als der veränderliche, durch die Fabrikation zu regelnde, Faktor der absoluten Kraft zu behandeln.

Es ist ein allgemeines Naturgesetz, daß der Wechsel der Aggregatzustände eines Körpers mit Freiwerdung von um so mehr latenten Lichtes und latenter Wärme verbunden ist, je schneller dieser Wechsel der Aggregatzustände vor sich geht und je weniger sich dieselben ähnlich sind.

Der Schmelzprozeß der Metalle, die Wasserbildung aus den gasförmigen Bestandtheilen desselben, heftige Kompressionen und eine Menge ähnlicher Erscheinungen, welche unter sichtbarer Entwickelung von Licht und Wärme vor sich gehen, geben uns deutliche Beläge dafür. Andere Erscheinungen zeigen geringere Stufen der Heftigkeit und der Wärme-Entwickelung, wie z. B. die Mischung der Schwefelsäure und des Wassers, bei denen eine merkliche Volumveränderung, Verdichtung, mit Freiwerdung von Wärme verbunden ist.

Es läßt sich hieraus in entgegengesetzter Richtung schließen, daß auch Licht mit Wärme verbunden der mächtigste Hebel und demnach auch der zuverlässigste zur Erzeugung dieser Uebergänge sein muß.

Wir wollen hieraus für unsern Zweck nur den Schluß ziehen, daß

4. die Entzündung das kräftigste und zuverlässigste Mittel zur Entwickelung der Pulvergase abgeben wird. Mithin ist auch

5. die Entzündlichkeit des Schießpulvers die zuverlässigste Begründung seiner Kraftentwickelung in Bezug auf deren Anfang und Verlauf.

Es ist hiermit keineswegs gesagt, daß diese Entzündung durch Feuer, Glühhitze (strahlende Wärme) oder durch ähnliche mit Licht und Wärme verbundene Methoden geschehen müsse, sondern nur, daß Licht und Wärme mit dem Zündmittel verbunden sein müssen. Also ein elektrischer Funke, durch Contakt, oder Reibung, oder Compression (Schlag, Stoß ꝛc.) ꝛc. erzeugt, ist keineswegs hier ausgeschlossen.

Wir wissen aber gleichzeitig, daß eine sehr große Heftigkeit des Zündmittels die Größe der bewegenden Kraft außerordentlich zu stören vermag, deshalb wird die Wahl des Zündungsmittels nothwendigen Einschränkungen unterworfen sein und das schwächste der zuverlässigen Zündmittel im Interesse der Wahrscheinlichkeit des Treffens gewählt werden müssen. Hierzu gehört als Grundbedingung, daß das Schießpulver sich auch durch schwache Zündmittel zur Entwickelung, Zersetzung anregen lassen muß. Es muß daher

6. das Schießpulver eine leicht feuerfangende Substanz bilden.

Wenn der Entwickelungsprozeß der Gase mit um so mehr Heftigkeit verläuft, je mehr sich dabei Licht und Wärme entbindet, um so mehr werden Bestandtheile des Schießpulvers jenen Prozeß verzögern, die Pulverkraft schwächen, je mehr diese Be-

standtheile Wärme zu binden vermögen. Das Wasser bindet, verschluckt unter allen bekannten Körpern die meiste Wärme. Hieraus ergibt sich:

7. Das Schießpulver muß so viel als möglich von Bestandtheilen frei sein, welche große Wärmemengen verschlucken können, namentlich aber von Wasser, es muß also das Schießpulver eine geringe Wärmekapazität besitzen.

Gasgehalt, Entzündlichkeit und Wärmekapazität machen mithin die wesentlichsten Eigenschaften des Schießpulvers aus.

Wenn wir den Begriff Wärmekapazität in nähere Beziehung zur Sache bringen, so erhalten wir das Gesetz:

8. Das Schießpulver darf außer den in gasförmigen Zustand überführbaren nur noch sehr leicht schmelzbare Bestandtheile enthalten.

Bei den Knallsalzen ist dieß nicht in dem hier geforderteu Maße der Fall, allein hier wirkt der Umstand, daß die starre Grundlage dieser Salze (Metalle) eine äußerst lockere, sich sehr heftig lösende Verbindung mit den an sie gefesselten Gasarten (Knallsäure) eingegangen ist, so vorherrschend ein, daß die dem Volumen nach verhältnißmäßig äußerst geringe metallische Basis derselben gegen die Gasmenge und die Heftigkeit der Trennung gar nicht zur Sprache kommen kann.

Wir werden später sehen, welchen Einfluß die Leichtschmelzbarkeit der nicht flüchtigen Bestandtheile des Schießpulvers, Kalium und Schwefel, so wie der an die Kohle etwa geknüpften Substanzen, auf die Entwickelung der Pulvergase äußern müssen.

Nachdem in dem eben Vorangegangenen der eine Faktor der absoluten Kraft, die Menge der Gase, unter ein ganz allgemein gehaltenes Gesetz gestellt worden ist, so ist nunmehr über den Grad ihrer Kompression das Nähere festzustellen. Offenbar ist die höchste Kompression der Gase durch ihre Ueberführung in den starren Aggregatzustand gegeben, und sie wird nur da-

durch möglich sein, daß man die Gase mit Körpern in Verbindung bringt, deren Bestreben nach dem starren Zustande dasjenige der Gase nach dem elastisch-flüssigen überwiegt und welche gleichzeitig in hinreichender Verwandtschaft zu den Gasen stehen, um diese an sich zu fesseln.

Hieraus folgt zuvörderst:

9. Das Schießpulver muß eine Verbindung von Körpern sein, von denen ein Theil eine so große Neigung zum starren Aggregatzustande hat, daß er die zum gasförmigen Zustande geneigten, mit welchen er sich durch die gegenseitige Verwandtschaft in Verbindung zu setzen strebt, in den starren Aggregatzustand überzuführen, zu komprimiren vermag. Oder mit kurzen Worten: Das Schießpulver muß aus schwer und leicht zu verflüchtigenden Substanzen zusammengesetzt sein.

Je stärker nun das Bestreben der schwer zu verflüchtigenden Substanzen zum starren Aggregatzustande, d. h. je größer die Molekularanziehung ihrer Atome ist, je fester, dichter, schwerer und schwerer schmelzbar sie sind, und je stärker ihre chemische Verwandtschaft zu den leicht zu verflüchtigenden ist, desto stärker werden sie die an sich gefesselten Gase komprimiren, in desto größerer Menge werden sie dieselben binden und desto schwerer werden sie von denselben zu trennen sein.

Umgekehrt: Je mehr sich das Bestreben nach dem starren Zustande mit dem Bestreben der leicht zu verflüchtigenden Substanzen nach dem gasförmigen dem gegenseitigen Gleichgewichte nähert, je geringer die chemische Verwandtschaft, die gegenseitige Anziehung der starren und flüchtigen Substanzen ist, desto größer ist die innere, auf Trennung gerichtete, Spannung ihrer Verbindung, desto leichter und heftiger erfolgt die Auflösung, Zersetzung derselben.

Hierauf beruhet die Heftigkeit und große Empfindlichkeit aller Knallsalze, deren starre Bestandtheile (edle Metalle) zu den

flüchtigen nur eine geringe Verwandtschaft haben und wegen ihrer bedeutenden Molekularattraktion dieselben in einem sehr hohen Grade komprimiren, obschon letztere (die sogenanten Knallsäuren) wegen ihrer ungemein großen Neigung zur Gasform sich äußerst schwer in die starre Körperform einzwängen lassen.

Eine so heftige Entwickelung der Gase, eine so lockere Verbindung der Bestandtheile, eine so große und so empfindliche innere Spannung derselben, ist, wie wir wissen, weder der Wirkung, noch der Kriegsbrauchbarkeit des Pulvers entsprechend. Mit Rücksicht hierauf läßt sich folgern:

10. Das Schießpulver muß ein Gemisch (Gemenge) von starren und flüchtigen Bestandtheilen sein, welches bei einem möglichst großen Gasreichthume durch eine hinreichend große Verwandtschaft der Bestandtheile und durch eine nicht zu starke Neigung der flüchtigen zur Gasform nur die eben hinreichende innere Spannung und Neigung, sich zu trennen, hat, um mit der erforderlichen Leichtigkeit aus dem starren Zustande gelöst zu werden.

Durch die vorstehend entwickelten Sätze über die Zusammensetzung, über das innere Wesen des Schießpulvers, sind nunmehr die Kriterien über die dazu gewählten Bestandtheile gegeben.

§. 42.

Die Bestandtheile des Schießpulvers und ihr gegenseitiges Verhältniß.

Man setzt das gebräuchliche Schießpulver aus Salpeter, Kohle und Schwefel zusammen, oder chemisch gesprochen: aus salpetersaurem Kali, Kohlenstoff und Schwefel. Von diesen bilden das Kalium und der Schwefel die starren, Salpetersäure, Kohlenstoff und Sauerstoff, oder in weiterer Zerlegung Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff die gasförmig werdenden Bestandtheile.

Durch die große Verwandtschaft, Anziehung, unter welchen das Kalium zum Sauerstoff und der Stickstoff zum Sauerstoff stehen, werden diese beiden Gase mit dem Kalium und unter

einander zu Kali (Kaliumoxyd) und Salpetersäure verbunden, und in dieser Gestalt zu einer starren Mischung, dem Salpeter, komprimirt, während der Kohlenstoff leicht in der starren Form als Kohle zu erzeugen ist.

Der Salpeter ist der gasreichste Bestandtheil, also auch die Grundlage der Pulverkraft, und macht deshalb auch den bei Weitem größten Gewichtstheil des Pulvers aus. Wie groß der Gasgehalt des Salpeters ist, geht daraus deutlich hervor, daß der Salpeter, wenn er zur Fabrikation der Salpetersäure benutzt wird, mehr als $\frac{3}{5}$ seines Gewichtes an Salpetersäure (Stickstoff=Sauerstoff) liefert, so daß das gebräuchliche Schieß=pulver bei etwa 75 Gewichtsprozenten Salpeter mehr als 45 Gewichtsprozente Stickstoff und Sauerstoff enthalten wird. Be=rücksichtigt man noch, daß die Kohle (etwa 13 Gewichtspro=zente) durch den Sauerstoff ebenfalls in Gasform übergeführt wird, so liefert das Schießpulver etwa 58 Gewichtsprozente an gasförmigen Körpern und den Rest an starrem Rückstande, wel=cher bei der Explosion größtentheils zerstreut und fortgerissen wird (zum Theil an den Geschossen und Seelenwänden der Geschützröhre sich ansetzt, zum Theil aus der Mündung ge=schleudert wird).

Wenn diese ungeheure Gasmenge bei großen Ladungen sich mit der Heftigkeit der Knallgemische entwickelte, welches Geschütz würde der Wirkung des Pulvers widerstehen können!

Es ist mithin durch den Salpeter das Fundament zu einer Wirkung gegeben, welche die des wirklichen Schießpulvers noch außerordentlich weit überschreiten könnte. Die in neuerer Zeit zu großer Vollkommenheit gediehene Fabrikation hat dieß, wie bereits erwähnt, durch mehr als wünschenswerthe absolute Kraft und Heftigkeit des erzeugten Pulvers dargethan.

Die ungemein heftige Anziehung, welche das Kalium auf den Sauerstoff und das daraus entstandene Kali auf die Sal=petersäure ausüben, würde eine vollständige Trennung dieser

gasförmigen Bestandtheile vom Kalium durch die alleinige Einwirkung der Wärme unmöglich machen, so daß das Schießpulver weit weniger freies Gas entwickeln würde, als der wirkliche Gehalt mit sich bringt, wenn man nicht dem Kalium eine Verbindung anbieten könnte, welche dasselbe leicht und gern eingeht. Diese Verbindung darf nicht auf Kosten von Bestandtheilen geschehen, welche ebenfalls leicht in Gasform überzuführen sind, sondern muß durch einen starren, zum Kalium in großer Verwandtschaft stehenden Körper geboten sein. Der Schwefel ist der hierzu bestimmte Bestandtheil.

Man weiß, daß die chemische Verbindung zweier Körper, denn von einer solchen kann hier nur die Rede sein, um so leichter und schneller von Statten geht, in je innigere Berührung die kleinsten Atome derselben treten können. Der flüssige Zustand erzeugt eine weit innigere Atomberührung, als der starre, erleichtert und beschleunigt daher ihre Vereinigung.

Wenn nun Kalium und Schwefel bei der Zersetzung des Schießpulvers durch die frei werdende Wärme in Fluß gerathen, was bei dem erstern mit 58°C, bei letzterem mit 111°C, also auch ganz sicher eintritt, so werden sie sich um so leichter zu Schwefelkalium verbinden.

Es geht, beiläufig bemerkt, hieraus hervor, daß sich der Schwefel gar nicht mit Sauerstoff verbinden und verbrennen kann, weil das früher geschmolzene Kalium den eben flüssig werdenden, also noch nicht zur Verbindung mit Sauerstoff geeigneten, noch nicht brennbaren Schwefel sogleich an sich reißt und dafür den Sauerstoff und die Salpetersäure frei gibt.

Die Vereinigung des Kaliums und Schwefels wird bei der Zersetzung des Pulvers um so mehr erleichtert und beschleunigt, je mehr beide Körper schon in der starren Körperform in die innigste Berührung der kleinsten Körpertheilchen gebracht sind.

Hieraus folgt:

1. Salpeter und Schwefel, oder der sogenannte Salpeter-

Schwefel, machen die Grundlage des Schießpulvers aus, wobei der Salpeter die Gase liefert und Schwefel die vollständige Lösung derselben vom Kalium begründet.

2. Der Salpeter und Schwefel müssen zur Beförderung der Schwefelkaliumbildung schon im starren Zustande auf das Feinste zerkleint und auf das Innigste gemengt sein. Dieses innige Gemenge nennt man in der Kunstsprache Salpeterschwefel.

3. Im Salpeterschwefel darf nur so viel Schwefel sein, um das Kalium zu sättigen und Schwefelkalium zu geben, weil überflüssiger Schwefel den frei werdenden Sauerstoff zum großen Theile fesseln und verschiedene Schwefeloxydationsstufen, die zum Theil sehr wenig Neigung zur Gasform haben und die Geschützröhre angreifen würden, bilden müßte.

Der Salpeterschwefel liefert demnach bei der Zersetzung des Pulvers Schwefelkalium als starren Rückstand, freien Sauerstoff und Stickstoff, denn die Salpetersäure zersetzt sich schon bei mäßiger Wärme in ihre beiden Bestandtheile.

Der Salpeterschwefel ist jedoch ein sehr schwer entzündliches und zur Gasentwickelung zu bringendes Gemenge, indem der Schwefel erst weit jenseits seines Schmelzpunktes in Brand zu setzen ist.

Man muß daher dem Salpeterschwefel einen leicht entzündlichen Körper beimengen, welcher, um die schnelle und vollständige Entwickelung der vorhandenen Gase des Salpeterschwefels nicht zu stören, sich gleichzeitig selbst in Gasform verflüchtigen muß.

Die Kohle, oder der Kohlenstoff in starrer Form, liefert diesen leicht entzündlichen und in den gasförmigen Zustand in Verbindung mit Sauerstoff als kohlensaures Gas übertretenden Bestandtheil.

Um nun die Entzündung in das Innere des Salpeter-

schwefels fortzupflanzen und mit den kleinsten Salpeterschwefelatomen in unmittelbare Berührung zu bringen, so wie um den vom Salpeter sich lösenden Sauerstoff in die innigste Berührung mit den kleinsten Kohlenstofftheilchen zu versetzen, damit der Kohlenstoff selbst verbrennen, d. h. in Gasform übertreten kann, ist es nothwendig, die fein zerriebene Kohle mit dem Salpeterschwefel auf das Innigste zu vermengen.

Es ergibt sich mithin:

4. Die Kohle ist der feuerfangende, entzündende Bestandtheil des Schießpulvers und muß bei der Zersetzung des Pulvers vollständig in Gasform übergeführt werden.
5. Mithin darf nur so viel Kohle zum Pulver kommen, als durch den frei werdenden Sauerstoff in kohlensaures Gas verwandelt zu werden vermag, weil ein Ueberschuß an Kohle den starrbleibenden Rückstand vermehren würde, statt sich in kohlensaures Gas zu verwandeln. Es würde demnach eine gleich große Quantität Pulver weniger Gas liefern. Auch würde zu viel Kohle Schwefel absorbiren und dem Kalium entziehen.
6. Die Kohle muß eine leicht verbrennliche, möglichst vollständig zu verflüchtigende sein, um möglichst viele, die Entzündung fortpflanzende Theilchen zu geben, ohne zu viel Sauerstoff zum Verbrennen in Anspruch zu nehmen; sie muß also spezifisch leicht und dabei sehr fein zertheilbar sein.
7. Die fein zerriebene Kohle muß mit dem Salpeterschwefel auf das Innigste gemengt werden.

Wir haben hiermit ein Pulvergemenge, welches den früher entwickelten Bedingungen eines großen Gasgehaltes, einer genügenden Entzündlichkeit und einer geringen Wärmekapazität entspricht.

Es ist offenbar, daß dieses innere Verhältniß des Pulvers, wie wir es eben dargelegt haben, durch den Zutritt fremder Körper je nach deren Einfluß auf die einzelnen Bestandtheile

und ihre innige Berührung mehr oder weniger gestört, mithin auch die Pulverkraft gestört und geschwächt werden muß. Es ergibt sich demnach:

8. Salpeter, Schwefel und Kohle müssen in möglichst vollkommener Reinheit zum Schießpulver verwendet werden.

Wir haben im Vorstehenden die allgemeinen Gesetze über die Zusammensetzung des Schießpulvers aus starren und flüchtigen Bestandtheilen, so wie über das gegenseitige Verhältniß gegeben, und ein Schießpulver erhalten, welches die materielle Grundlage seiner absoluten Kraft, gegründet auf eine große Menge stark komprimirter Gase und auf deren vollständige und ungestörte, so wie hinreichend heftige Entwickelung, in sich faßt. Es sind mithin die ersten Bedingungen der Wirkung erfüllt, die Forderungen der Größe in erster Instanz.

Die Chemie belehrt uns durch ihre Aequivalententheorie über die richtige Verhältnißzahl der chemisch reinen Pulverbestandtheile, und die Fabrikation hat sich zu bestreben, diesem chemisch richtigen Verhältnisse durch möglichste Reinheit der Bestandtheile nahe zu treten.

Es bleibt in dieser Beziehung nur noch übrig, durch ein näheres Eingehen auf die noch nicht erwähnten materiellen Eigenschaften der Bestandtheile ihre völlige Brauchbarkeit zu dem vorliegenden Zwecke und die allgemeinen Grundsätze ihrer Behandlung, so wie derjenigen des daraus entstandenen Schießpulvers zu begründen.

§. 43.

Die materiellen Eigenschaften der Pulverbestandtheile.

Der Salpeter, salpetersaures Kali, krystallisirt in sechsseitigen Prismen, enthält in den Spalten der Längenaxe Mutterlauge und ist 1,93 bis 2,0 spezifisch schwer. Er ist von kühlem, bitterlich scharfem Geschmack, geruchlos, luftbeständig, so daß er nur dann Feuchtigkeit anzieht, wenn er mit leicht zer-

fließlichen Salzen gemischt ist, schmilzt bei 350° zu einer ölartigen Flüssigkeit und zersetzt sich bei stärkerer Hitze in freien Sauerstoff und salpetrigsaures Kali, löst sich in $7\frac{1}{2}$ Theilen Wasser von 0° und in gleichen Theilen siedenden Wassers auf, löst sich in absolutem Alkohol gar nicht, in starkem Weingeist sehr wenig auf; mit glühender Kohle in Verbindung befördert der Salpeter durch Sauerstoffentwickelung das heftige Verbrennen der Kohle, d. h. er verpufft; dasselbe geschieht mit Schwefel. Er besteht aus 46,55 Kali und 53,45 Salpetersäure.

Wir sehen hieraus, daß der Salpeter durch seinen reichen Gasgehalt ganz vorzüglich zur Erzeugung der Pulverkraft geeignet ist, und daß er namentlich durch die große Menge Sauerstoff (fünf Aequivalenten in der Salpetersäure an den Stickstoff und ein Aequivalent im Kali an das Kalium gebunden) die genügende Entzündlichkeit durch vollständige Verbrennung der zur Zersetzung des Salpeterschwefels erforderlichen Kohle begründet.

Der Salpeter würde daher im Pulver nur durch ein Salz zu ersetzen sein, welches bei gleichem Gasgehalte eben so reich an Sauerstoff wäre. Ein solches Salz findet sich z. B. im chlorsauren Kali, allein außerdem, daß dasselbe wegen seiner Heftigkeit und Empfindlichkeit im Vereine mit Schwefel und Kohle eben so gefährlich zu fabriziren als zu behandeln ist und ein weithin zu starkes Pulver liefert, greift auch das freie Chlor die Geschützröhre an, was Stickstoff nicht thut, und fällt den Lungen nachtheilig auf. Im Uebrigen hat das chlorsaure Kali ähnliche Eigenschaften, wie der Salpeter.

Der Salpeter bewährt sich daher vor allen gas- und sauerstoffreichen Salzen am meisten. Der freie Stickstoff ist bei seiner Vermischung mit der Atmosphäre den Lungen nur sehr wenig unbequem, mehr sind es die kohlensauren Gase.

Die Luftbeständigkeit des reinen Salpeters schützt denselben und mithin das Pulver vor dem Feuchtwerden, und weil sich

derselbe nur erst in 4 bis 7fachen Gewichtstheilen des Wassers bei gewöhnlichen Temperaturen auflöst, so ist derselbe leicht gegen Feuchtwerden zu schützen. Es wird offenbar ein sehr schützendes Mittel darin liegen, die Berührungsfläche des Salpeters mit der feuchten Luft so sehr, als es geht, zu verringern. Dies geschieht einmal dadurch, daß die kleinsten Theile des Salpeters durch Berührung mit Schwefeltheilchen, welche in Wasser unlöslich sind, also auch dasselbe nicht anziehen, einen Theil ihrer Oberfläche der Berührung mit der Luft entziehen, und daß zweitens diese kleinsten Theilchen so dicht, als es die übrigen Bedingungen gestatten, aneinander gelagert werden.

Hieraus folgert sich:

1. Der Salpeter ist von der Mutterlauge und von allen zerfließlichen Salzen vorzugsweise, überhaupt aber von allen Verunreinigungen vor seiner Vermengung mit dem Schwefel zu befreien.
2. Das Pulver ist in der höchsten, für die Wirkung zulässigen Dichtigkeit zu fabriziren.
3. Wenn Schießpulver zu irgend welchen Zwecken im feuchten, breiartigen Zustande verarbeitet werden muß, so muß die Anfeuchtung durch möglichst starken Weingeist geschehen.
4. Da die Anwendung des Weingeistes bei der Fabrikation des Pulvers zu kostspielig werden dürfte, so darf wenigstens nur destillirtes Wasser angewendet werden, damit der Salpeter nicht durch zerfließliche oder sonst störende Salze verunreinigt wird.
5. Bei gewöhnlichen Temperaturen ist Schmelzen und Zusammensintern des Salpeters nicht zu befürchten.

Der Schwefel ist ein bis jetzt noch nicht zerlegbarer, einfacher Körper, von schön hellgelber Farbe, krystallisirt in rhombischen Säulen, wenig hart, leicht zerreiblich, wird durch Reiben und Erwärmen elektrisch, nimmt alsdann einen schwachen Ge-

ruch an, ist unlöslich in Wasser, sehr wenig in Alkohol und Aether, verbrennt an der Luft mit blaßblauer Farbe zu einem erstickenden, schweflichsauren Gase, ist 1,98 spezifisch schwer, schmilzt bei 111° zu einer klaren, hellgelben Flüssigkeit, fängt bei 143° an zu verdampfen und kocht bei 316°, wenn derselbe in verschlossenen Gefäßen diesen Temperaturen ausgesetzt wird; an der Luft entzündet er sich, wenn die Temperatur merklich über 160° gestiegen ist.

Diese Eigenschaften eignen, abgesehen von seiner Rolle als zersetzender Pulverbestandtheil, den Schwefel ganz vortrefflich zum Schießpulver.

Seine mit derjenigen des Salpeters gleiche spezifische Schwere, seine große Zerreiblichkeit gestatten eine sehr innige, durch Erschütterungen nicht wieder zu verändernde Mengung des Salpeters mit dem Schwefel, und seine Unlöslichkeit im Wasser schützt den Salpeterschwefel vor Feuchtigkeit und begründet dadurch die Festigkeit des Schießpulvers.

In Betracht seiner Eigenschaften ergeben sich folgende Sätze:

1. Der käufliche Schwefel muß vor seiner Anwendung gereinigt werden.
2. Wegen der gleichen spezifischen Schwere muß bei der Fabrikation des Schießpulvers und pulverähnlicher Gemenge zuerst der Salpeter mit dem Schwefel gemengt werden. Dann folgt Kohle und endlich etwaige fernere Beimischungen.
3. Bei der Mengung des Salpeters und Schwefels, wenn dieselbe im trockenen Zustande erfolgt, muß jede starke Erwärmung, jede heftige Reibung wegen der elektrischen Erregungen sorgfältig vermieden werden, und der Schwefel dürfte streng genommen nur allmählig in angemessenen Quantitäten zugesetzt werden, namentlich, wenn die Temperatur und Witterungsverhältnisse elektrischen Ladungen günstig sind.

4. Bei gewöhnlichen Temperaturverhältnissen ist das Schmelzen des Schwefels nicht zu fürchten.

In Betreff der Reibung und Erwärmung, als Ursache elektrischer Ladungen, wird die Gefahr durch die große Zertheilung und innige Mengung im Salpeterschwefel und im Pulver zwar außerordentlich vermindert werden, dennoch muß die unter 3. ausgesprochene Vorsichtsmaßregel auf das Pulver und den Salpeterschwefel volle Giltigkeit behalten, weil sich die Bedingungen und Gesetze elektrischer Ladungen des Schwefels in diesen Verbindungen nicht allein sehr schwierig ermitteln und beurtheilen lassen, sondern auch wegen der aus Explosionen entspringenden Gefahr.

Die Kohle, das Produkt der Holzverkohlung, ist die durch Hitze von den flüssigen und flüchtigen Bestandtheilen des Holzes getrennte und dadurch entzündlicher gewordene Holzfaser, welche zum bei Weitem größten Theile aus Kohlenstoff besteht und nur noch eine sehr geringe Beimischung von kohlensaurem Kali und ähnlichen Bestandtheilen enthält, und zwar um so mehr, je härter das Holz war. Deswegen eignen sich Kohlen von hartem Holze nicht so gut zu Schießpulver, als die von leichtem.

Harzige Hölzer lassen sich schwer von ihren harzigen Bestandtheilen trennen, und es bleibt in der Regel mehr oder weniger davon zurück, welche dann die Poren der Kohle verstopfen und sich einem feinen und gleichmäßigen Zerkleinen widersetzen, eben so wie sie die Kohlentheilchen klebrig machen und zusammenbacken.

Eben so lassen sich frisch geschlagene, nicht gehörig ausgetrocknete Hölzer schwerer zu reiner Kohle brennen, als trockene, und geben weit geringere Ausbeute.

Die Kohle ist ein poröser, leicht entzündlicher, dabei feuerbeständiger, d. h. im verschlossenen, der Flamme nicht zugänglichen Raume nicht entzündlicher, spezifisch sehr leichter Körper, ein schlechter Wärmeleiter, und hat die Eigenschaft, frisch geglüht

eine Menge Gase, namentlich aber Wasserdampf zu absorbiren. Diese Gasabsorption wird gesteigert durch feines Zertheilen, Kleinen der Kohle, weil dadurch die Poren vermehrt werden. Die sonstigen Eigenschaften der Holzkohle, denn von einer andern Kohlengattung ist hier selbstverständlich nicht die Rede, gehören nicht hierher. (Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 0,28—0,44.)

Es bleibt nur noch zu erwähnen, daß bei der für das Pulver bestimmten Kohle der Grad der Verkohlung nicht gleichgiltig ist. Todtgebrannte Kohle, d. h. Kohle, bei welcher nach der Abscheidung der flüssigen und flüchtigen Holzbestandtheile die Flamme nicht gedämpft worden ist, so daß ein Theil des Kohlenstoffs verzehrt worden, die Kohle daher ärmer an Kohlenstoff ist, taugt nicht zum Pulver, indem sie natürlich weniger kohlensaures Gas liefern kann. — Noch weniger ist die sogenannte braune Holzkohle zu brauchen, welche noch gebundenen Wasserstoff enthält, welcher bei der Zersetzung des Schießpulvers sich mit dem frei gewordenen Sauerstoff zu Knallluft, der heftigsten Gasart, verbindet, den Geschützröhren äußerst verderblich wird und die geregelte Wirkung der übrigen Gase stört, weil sich die Knallluft mit der größten Heftigkeit kondensirt, mithin nicht expandirt, sondern durch eine augenblickliche, bedeutende Verminderung des Gasvolumens seine verderblichen Wirkungen äußert.

Aus Vorstehendem ergibt sich:

1. Eine sorgfältig gereinigte, weder braune noch todtgebrannte Kohle von gut getrocknetem, weichem und nicht harzigem Holze ist allein brauchbar für das Pulver.
2. Die Kohle muß gegen Feuchtigkeit geschützt werden und eben so das daraus gefertigte Pulver.
3. Sehr fein gekleinte Kohle und sehr innige Vermengung mit den übrigen Bestandtheilen des Pulvers vermindert die Anziehung der Feuchtigkeit.
4. Für die an die Kohle gebundenen, nicht gänzlich abzu-

scheidenden Beimischungen muß das Pulver einen entsprechenden Zusatz von Schwefel erhalten, um den Kohlenstoff gänzlich frei zu machen, die Kohlensäure vom kohlensauren Kali ꝛc. zu lösen.

Wenn wir auf die Eigenschaften der Pulverbestandtheile zurückblicken, so finden wir, daß dieselben allen Forderungen der Wirkung entsprechen und dabei Eigenschaften besitzen, welche die Kriegsbrauchbarkeit begründen, um so mehr, da sie sämtlich nicht allein in hinreichender Menge zu haben, sondern auch hinlänglich wohlfeil sind.

Die Fabrikation des Pulvers ist bei hinreichender Ordnung und zweckmäßiger Behandlung so gefahrlos, als es die Natur der Sache irgend zuläßt, und eben so ist die Behandlung des fertigen Pulvers, Handhabung, Aufbewahrung und Transport mit weniger Gefahr verbunden, als es bei andern Mischungen ähnlicher Art der Fall sein würde.

Die Feuchtigkeit zeigt sich als der wesentlichste Feind des Pulvers, man muß daher dasselbe der freien Einwirkung der Witterung möglichst sorgfältig entziehen, da die Ursache des Feuchtwerdens, die Kohle nicht durch einen andern, die Feuchtigkeit nicht anziehenden, Körper ohne Nachtheil für die Wirkung ꝛc. ersetzt werden kann.

Die Wärme ist weniger zu fürchten, so lange dieselbe nicht weit über die gewöhnlichen Temperaturen hinaussteigt, dagegen ist es aus leicht erklärlichen Ursachen rathsam, schnellen und großen Temperaturwechsel zu vermeiden und die Fabrikation nicht bei feuchtem Wetter Statt finden zu lassen.

Am schädlichsten wirkt feuchte Wärme, oder vielmehr Feuchtigkeit mit Wärme, weil die letztere nicht allein die auflösende Kraft der Feuchtigkeit steigert, sondern auch durch ihre ausdehnende Kraft die Poren des Pulvers erweitert, also das Eindringen der Feuchtigkeit fördert.

§. 44.

Ueber die Zersetzung und Gasbildung des Pulvers.

Wenn eine Flamme oder glühende Kohle mit dem Pulver in Berührung gebracht wird, so geräth ein (oder auch mehrere) Kohlentheilchen ins Glühen *), zersetzt das unmittelbar anliegende Salpetertheilchen in Kalium, Stickstoff und Sauerstoff schmilzt das Kalium und das zunächst liegende Schwefeltheilchen, welches mit dem Kalium zu Schwefelkalium zusammentritt, während der glühende Kohlenstoff mit dem Sauerstoff zu kohlensaurem Gase verwandelt wird, und so pflanzt sich die Zersetzung und Gasbildung durch die ganze Pulvermasse hindurch fort. Es entstehen mithin aus dem Pulver Schwefelkalium als starr bleibender Rückstand und Kohlenstoff-Sauerstoff als kohlensaures Gas, so wie Stickstoff im gasförmigen Zustande. Diese Zersetzung ist mit heftiger Entwickelung von Licht und Wärme verknüpft, und die daraus folgende Hitze vermehrt die gegen den noch unentzündeten Theil des Pulvers wirkende Zündkraft, beschleunigt mithin in schnell steigenden Potenzen die durch die ganze Pulvermasse fortlaufende Entzündung. Der heftige Uebergang des flüssigen Schwefels in das flüssige Kalium, welche eine sehr große Verwandtschaft zu einander haben, sich heftig anziehen, so wie die eben so heftig erfolgende Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem frei gewordenen Sauerstoff zu kohlensaurem Gase sind die Ursache der Licht- und Wärme-Entwickelung, der ungeheuren Hitze. Wie groß diese Hitze ist, geht aus der Erwärmung so bedeutender Metallmassen, wie die Geschützröhre sie darbieten, so wie aus der Erscheinung hervor, daß die Geschosse nach der Beendigung ihres Fluges noch merklich erwärmt sind, selbst wenn sie keine Aufschläge gemacht haben und ob-

---

*) Die Entzündung kann auch durch Reiben, durch Stoß oder Schlag, mit einem Worte durch sehr hohe Temperatur oder sehr starke Kompression und zwar im ersten Falle durch Entzündung des Schwefels, im zweiten durch Erglühen der Kohle erfolgen.

schon sie während des Fluges viel Wärme an die Luft abtreten mußten.

Die Wärme bildet aber, wie wir sogleich sehen werden, ein sehr einflußreiches Element der Pulverwirkung, indem sie die Spannkraft der zum Gleichgewichte mit der Atmosphäre hinstrebenden Gase außerordentlich steigert, gleichzeitig aber die Ausdehnung, d. h. feine Atomzertheilung der Gase erzeugt und dadurch diese um so geschickter und geneigter macht, schnell in neue Gasverbindungen durch die innigste Vermischung, durch das vollständigste Ineinanderfließen überzutreten. Daß die Wärme bis zur Schmelzung der strengflüssigen Metalle hinaufsteigt, also ungefähr auf 1500—1600 Grad, geht wohl hinreichend aus der erwähnten Erwärmung der Geschützröhre hervor, wenn man bedenkt, wie äußerst kurze Zeit die Wärme auf diese Metallmassen wirken konnte. —

Es ist daher wichtig, im Pulver Bestandtheile zu haben, welche sich bei der Zersetzung desselben unter so heftiger Wärmeentwickelung trennen, um frei geworden eben so heftig neue Verbindungen einzugehen.

Es ist also auch nur vortheilhaft für die absolute Kraft des Schießpulvers, wenn das Kalium zum Sauerstoff und zu der Salpetersäure eine so große Verwandschaft hat, eine so bedeutende Anziehungskraft ausübt, daß ihre gewaltsame Trennung, so lange sie noch mit erforderlicher Leichtigkeit und Zuverlässigkeit zu bewerkstelligen ist, mit so heftigen Erscheinungen von Licht und Wärme verknüpft ist. Ein Gleiches gilt von der heftigen Anziehung des Kaliums zum Schwefel, so daß die Wahl dieser beiden Bestandtheile keineswegs für die Pulverkraft gleichgiltig ist. Und so ist es auch mit der Vereinigung des Kohlenstoffs und Sauerstoffs. Für diese letztere Vereinigung haben wir vielfache Beispiele, und es sei erlaubt, hier nur auf eins hinzudeuten, wo diese Vereinigung unter Licht- und Wärmeentwickelung vor sich geht. Wenn man trocknen, fein- und hart-

krystallisirten Zucker zerschlägt, so zeigen sich oft Funken; diese entstehen, indem durch die heftige Reibung, den heftigen Schlag ein Kohlenstoffatom des Zuckers zum Glühen kommt und mit dem Sauerstoff der ihn umgebenden Luft in Kohlensäure übergeht.

Für unsern Zweck schließen wir aus den eben angestellten Betrachtungen, daß es:

1. Ein wichtiges Element der Pulverkraft ist, solche Bestandtheile zum Pulver zu wählen, welche sich durch die heftige chemische Verwandschaft zu einander unter Entwickelung einer bedeutenden Hitze von einander trennen und in neue Verbindungen begeben, welche letztern zum größten Theile die Gasform behalten müssen.

Bei den Knallsalzen scheint es, als wenn nur die heftige Trennung Statt findet, die frei gewordene Knallluft dagegen sofort zu Wasser kondensirt und dieses geringe Wasserquantum durch die erzeugte Hitze in sehr hochgespannten Dampf von geringer Quantität verwandelt wird, daß aber die Knallsalze dennoch keine so große Hitze bei ihrer Zersetzung entwickeln, als die gewöhnlichen Pulversätze, wenigstens der Quantität nach nicht, wenn auch in einen engern Raum und in kürzere Zeit zusammengedrängt.

Hieraus erklärt sich die Erscheinung, daß die Wirkung der Knallsalze mehr in der örtlichen, furchtbaren Zerstörungskraft beruhet und daß die Knallsalze eine verhältnißmäßig geringe beschleunigende Nachwirkung, geringe Schußweiten liefern. Je mehr sich das Pulver der Natur der Knallsalze nähert, desto mehr geht an der beschleunigenden Nachwirkung verloren, was in allen Fällen nachtheilig ist. *)

Gehen wir nun zur nähern Betrachtung der bei der Ver-

---

*) Die neuern Pulverfabrikate scheinen sich bereits sichtlich den Knallsalzen zu nähern, denn sie brennen jedenfalls rascher zusammen, als es nothwendig und vortheilhaft ist.

brennung des Pulvers gebildeten Gase über, so wird es möglich sein, noch nähere Gesetze für die Bildung des Schießpulvers zu entwickeln.

Das kohlensaure Gas, die Kohlensäure, enthält 27,27 proc. Kohlenstoff und 72,73 proc. Sauerstoff, ist weit schwerer als die atmosphärische Luft, so daß bei der Bildung desselben eine bedeutende Verdichtung des Kohlenstoffgases (Kohlenstoffdampfes) und des Sauerstoffgases Statt findet. In dieser Verdichtung ist die Ursache der Wärmeentwickelung gegeben. Das kohlensaure Gas gehört zu den koerciblen, d. h. zu denjenigen Gasen, welche von dem Mariotte'schen Gesetze abweichen, wonach sich die Gase nach Verhältniß des ihnen entgegenwirkenden Druckes oder ihrer Kondensation auszudehnen streben. Das kohlensaure Gas äußert daher beim zunehmenden Drucke nicht eine mit demselben in geradem Verhältnisse, sondern eine in geringerem Verhältnisse zunehmende Spannkraft, so daß sie selbst bei gewöhnlichem Luftdrucke einen geringern Raum einnimmt, als sie eigentlich sollte. Ein ähnliches Verhältniß ist bei allen Gasen nachgewiesen, welche sich durch Druck in tropfbar flüssigen Zustand versetzen lassen, wie z. B. bei schweflichsaurem Gase. Das kohlensaure Gas wird bei 40fachem Atmosphärendrucke und bei einer Temperatur von 0° bereits bei 36fachem tropfbar flüssig. Diese Eigenschaft der Kohlensäure ist für die Wirkung des Schießpulvers äußerst einflußreich, denn sobald sich der Druck gegen die Pulvergase ändert oder der Widerstand der Geschosse wächst, wie dieß bei zunehmendem Gewichte derselben oder bei Zunahme der Elevationen, oder endlich bei Erzeugung größerer Anfangsgeschwindigkeiten der Fall ist, so steigert sich die Spannkraft des kohlensauren Gases in zunehmend geringerem Verhältnisse. Wie wichtig dieser Umstand ist, wie sehr derselbe die Meßbarkeit der Pulverkraft verwickelt und zuverlässige Abmessung der Ladungen erschwert, bedarf keiner nähern

Erläuterung. Es ist dieser Umstand eine der Ursachen, daß die Schußweiten in geringerem Verhältnisse als die Ladungen und Elevationen wachsen und natürlich auch die Stoßkräfte der Geschosse.

Wie die Hitze auf dieses koercible Gas einwirkt, nach welchen Gesetzen sie die Spannkraft desselben erhöhet, welche beschleunigende Kraft der Kohlensäure bei der Verbrennung des Pulvers zugesprochen werden muß, dieß sind Fragen, deren Lösung schwerlich in Bälde zu erwarten sein möchte, denn man weiß nur so viel, daß die koerciblen Gase durch die Wärme stärker ausgedehnt werden als die permanenten. — Wir müssen uns daher begnügen, darauf hingedeutet zu haben.

Aus den Eigenschaften der Kohlensäure und ihrer Bildung ziehen wir folgende Schlüsse:

2. Die Kohlensäure fordert zu ihrer Bildung eine große Menge Sauerstoff; das Pulver muß deshalb sehr reich an Sauerstoff sein und es ist äußerst wichtig, sämtlichen Sauerstoff frei zu machen.
3. Die Vereinigung des freien Sauerstoffs mit dem Kohlenstoffdampfe (Gase) geschieht mit merklicher Verdichtung dieser Gase und mit Entwickelung großer Hitze. Die Kohlensäurebildung ist mithin ein sehr wesentliches Element der Pulverkraft.
4. Die Koercibilität der Kohlensäure macht dieselbe zu einem sehr unbeständigen, veränderlichen und der Messung entzogenen Faktor der Pulverkraft und vermindert in jedem Falle die beschleunigende Nachwirkung der Kohlensäure.
5. Durch die mit der Kohlensäurebildung verbundene Kondensation des Sauerstoffs und des Kohlenstoffdampfes erhält das Schießpulver etwas von der Natur der Knallsalze.
6. Die Heftigkeit der Kohlensäurebildung ist mithin der wesentlichste Faktor der Heftigkeit des Schießpulvers und ist

wie diese genau zu regeln und auf das zulässige Minimum zurückzuführen.

Es ist mehr als wahrscheinlich, daß die zu heftige Entwickelung der Kohlensäure der Grund ist, wenn ein Schießpulver zu stark auf die Geschützröhre einwirkte. — Wenn bei unregelmäßiger Zersetzung des Pulvers, bei schlechten Mengungsverhältnissen ein Theil des Schwefels verbrennt und dadurch dem Kohlenstoff zur Kohlensäurebildung zu wenig Sauerstoff verbleibt, so bildet sich Kohlenoxydgas, eben so, wenn zu viel Kohle im Pulver vorhanden war, mithin zu wenig Sauerstoff zur Kohlensäurebildung.

Der Stickstoff ist ein permanentes, d. i. nicht koercibles Gas, leichter als atmosphärische Luft, ist nicht athmenbar und unterhält das Verbrennen nicht, sondern löscht die Flamme aus.

So wünschenswerth es mithin auch wäre, den Stickstoff als ein permanentes Gas in möglichst großer Quantität im Pulver zu haben, wodurch ein großer Gewinn für die Meßbarkeit und eine geregeltere Zunahme der Pulverkraft erreicht werden würde, so ist doch seine nachtheilige Einwirkung auf das Verbrennen ein wesentliches Hinderniß, von ihm, selbst wenn man könnte, einen ausgedehntern Gebrauch zu machen. In der atmosphärischen Luft befindet sich dem Volumen nach fast 4 mal mehr Stickstoff, dem Gewicht nach etwas über 3 mal so viel Stickstoff als Sauerstoff, ohne daß dieselbe dem Verbrennen und dem Athmen schädlich wird. Die Heftigkeit des Verbrennens steigt mit der Zunahme des Sauerstoffs, so daß in reinem Sauerstoff das Verbrennen äußerst lebhaft und mit großer Hitze erfolgt. Es ist daher mit Rücksicht auf die innere, absolute Kraft des Pulvers nothwendig, den Stickstoffgehalt so gering als es geht, zum Sauerstoff zu halten und dadurch die Entzündlichkeit in möglichster Steigerungsfähigkeit zu begründen. Es wird alsdann erst möglich, durch eine zweckmäßige Fabrikation des Schießpulvers die Entzündlichkeit beliebig zu regeln.

Diese Bedingung ist durch den sauerstoffreichen Salpeter erfüllt, welcher eine heftige Verbrennung der Kohle möglich macht. Wir werden später sehen, durch welche Mittel die dadurch begründete, weithin zu große Entzündlichkeit des Pulvers auf ein gewisses Maß zurückgeführt werden kann.

Aus den Eigenschaften des Stickstoffs ergeben sich folgende Sätze:

7. Der Stickstoff, als permanentes Gas, d. h. als ein solches, welches noch durch keinen erzeugbaren mechanischen Druck der Gasform beraubt werden kann, besitzt eine weit größere absolute, geregelterer Steigerung unterworfene und meßbarere Spannkraft, als die Kohlensäure, und wirkt im Verhältniß seiner Quantität auch weit mehr auf Beschleunigung der Geschoßbewegung.

8. Der Stickstoff würde in größerer Menge die Verbrennung des Pulvers verzögern, kann deshalb trotz seiner vorzüglichen Eigenschaften nicht wohl in größerer Menge beigefügt werden.

9. Der Stickstoff ist daher kein geeignetes Mittel, die Entzündlichkeit zu regeln, sondern man muß andere Wege einschlagen.

Wir haben bisher nur den Fall in Betracht gezogen, daß Pulver aus chemisch reinen Bestandtheilen unter richtigen Verhältnissen zusammengesetzt ist. Setzen wir dieß aber nicht voraus, so ändert sich auch der Gasbildungsprozeß.

War zu viel Schwefel im Pulver, so wird der überschüssige Schwefel freien Sauerstoff an sich ziehen, verbrennen und schwefelichsaures Gas bilden. Dieses Gas wird zum Theil das Schwefelkalium zersetzen, indem es einen Theil des Sauerstoffs zur Oxydation wieder an das Kalium abtritt und mit dem entstandenen Kali unter Abscheidung von Schwefel zu schweflichsaurem Kali sich verbindet, zum Theil bleibt das schweflichsaure Gas in gasförmigem Zustande. In diesem Falle wird daher

der starr bleibende Rückstand Schwefelkalium, schweflichsaures Kali und ausgeschiedener Schwefel sein, welcher letztere die häufig beobachteten gelben Flecke verursacht, mithin mehrt sich der starre Rückstand, während die Gase sich mindern.

Hierzu kommt noch, daß die schwefliche Säure ein koercibles, die Verbrennung mächtig erstickendes Gas ist, welches also wenig absolute Spannkraft besitzt und den Verbrennungsprozeß, also die Kraftentwickelung schwächt. Es ist mithin:

10. Ein Fehler und ein Zeichen unrichtiger Mengungsverhältnisse, so wie geschwächter Kraft des Pulvers, wenn bei der Verbrennung ein Theil des Schwefels mit verbrennt.

War dagegen zu wenig Schwefel vorhanden, so vermag derselbe nicht, sämtliches Kalium aus dem Salpeter abzuscheiden, es bleibt Kali vorhanden, welches einen Theil der Kohlensäure bindet und gleichzeitig wird zu wenig Sauerstoff frei, so daß ein Theil der Kohle unverbrennt zurückbleibt, welche mit dem Schwefelkalium, dem kohlensauren Kali zusammen den starrbleibenden Rückstand ausmacht und sich durch schwarze Flekken beim Abbrennen des Pulvers verräth. Es ist also auch in diesem Falle der starre Rückstand, Schwefelkalium, kohlensaures Kali und unverbrannte Kohle, vermehrt und die entwickelte Gasmenge vermindert. Bei zu viel Kohle wird dieselbe nicht völlig vom Sauerstoff verzehrt werden können, mithin der Rest zum starren Rückstande übertreten. (Schwarze Flecken.) Zu wenig Kohle läßt freien Sauerstoff übrig, Schwefel verbrennen, Schwefelkalium wieder zersetzen, schwefliche Säure bilden, Schwefel abscheiden und verräth sich durch mattgelbe Flecken beim Abbrennen auf weißem Papier. Also auch:

11. Schwarze und mattgelbe Flecken beim Abbrennen des Pulvers auf weißem Papier verrathen unrichtige Mengungsverhältnisse und eine nicht weniger geschwächte Gasentwickelung, gestörte Zersetzung des Schießpulvers.

Es ist bereits erwähnt und mag hier nur erinnert werden,

daß todtgebrannte Kohle zu wenig Kohlenstoff liefert, also eben so wie zu wenig Kohle wirken muß, während die braune Holzkohle wegen ihres Wasserstoffgehaltes Knallluft liefert und den Entwickelungsprozeß des Pulvers außerordentlich zu stören oder zu schwächen vermag.

Da man weiß, daß, wenn ein heftiger elektrische Funke in ein Häufchen Pulver entladen wird, derselbe das Pulver zum größten Theile unverbrannt auseinander sprengt und zermalmt, so ist dieß ein augenfälliges Beispiel, daß die Zündung zu einer geregelten Entwickelung der Gase, zur Entzündung des Pulvers zu heftig werden kann. Wenn sich daher gleich beim ersten Erglühen der Kohlentheilchen Knallluft bildet, so läßt sich, wenn auch nicht ermessen, doch ahnen, wie störend und schwächend dieß auf die Gasbildung des Pulvers wirken kann.

§. 45.

Ueber die Wirkung der Gase.

Denkt man sich ein Pulverkorn, ein Pulveratom frei im lufterfüllten Raume schwebend und in demselben Augenblicke, wo es aus der starren Form in die elastisch flüssige übertritt, so kann man sich die daraus entstandene Gasmenge in dem körperlichen Raume des Atoms komprimirt vorstellen. Der Ausdehnung dieser komprimirten Gase tritt rings um das Atom herum ein vollkommen gleich großer Widerstand, Luftdruck entgegen, denn das Gas muß bei seiner Ausdehnung die atmosphärische Luft wegdrängen, um an die Stelle der weggedrängten Luft treten zu können. Weil nun das Gasatom in seinem komprimirtesten Zustande nicht verharren kann, indem es gegen die umgebende Atmosphäre einen stärkern Druck ausübt, als es wieder empfängt, so muß es sich sofort ausdehnen, und zwar so lange, bis es mit der atmosphärischen Luft ins Gleichgewicht gekommen ist. Insofern nun aber der Ausdehnung des Gasatoms sich rings ein gleich großer Widerstand entgegensetzt, in

sofern wird die Ausdehnung auch nach allen Seiten hin gleich stark erfolgen, das Gas wird sich in eine Dunstkugel ausdehnen, in deren Mittelpunkte das ursprüngliche Pulveratom war. Dieses Bestreben, sich nach allen Seiten hin gleich stark, also kugelförmig, auszudehnen, wird stets von Hause aus stattfinden und auch so lange befolgt werden, bis die Ausdehnung des Gases nach einer Richtung hin einen stärkern Widerstand findet oder ganz gestört wird. In diesem letztern Falle, wo dem sich ausdehnenden Gase auf einer Seite ein stärkerer Widerstand oder ein der Spannkraft desselben das Gleichgewicht haltender entgegentritt, wo mithin das Gas sich nach dieser Seite schwächer oder gar nicht weiter ausdehnen kann, muß die Ausdehnung in den übrigen Richtungen um so stärker oder gänzlich erfolgen, bis das Gas den ihm zukommenden Raum gewonnen hat, oder bis der weitern Ausdehnung auch in diesen Richtungen durch einen hinreichenden Widerstand Halt geboten wird.

Hierin liegen die ersten Grundgesetze der Spannkraft aller Gase.

1. Die Spannkraft der Gase wirkt uach allen Seiten hin gleich stark, also in Form einer Dunstkugel.
2. Findet die Spannkraft nach allen Richtungen ein und denselben Widerstand, so wird die Ausdehnung nach allen Richtungen gleich stark erfolgen und die Dunstkugel wirklich entstehen.
3. Ist der Widerstand aber in einer Richtung stärker als in den übrigen, so wird auch die Ausdehnung in den letztern gerade um so viel stärker erfolgen, als sie in der erstern mehr Widerstand findet.
4. Hieraus folgt, daß man durch entsprechende Anordnung des Widerstandes die Ausdehnung der Gase nach bestimmten Richtungen beliebig verlängern kann. (Beschleunigende Nachwirkung auf das Geschoß.)

In diesem letztern Gesetz ist die Lenksamkeit der ausdehnenden Kraft gegeben.

5. Man kann durch Beschränkung der sich ausdehnenden Gase auf bestimmte Richtungen, Ausströmungskanäle, die in diesen Richtungen, Kanälen erfolgende Ausdehnungsgewalt nach Maßgabe der Weite dieser Kanäle steigern. — (Weite der Geschützkammern.) — (Erstes Steigerungsgesetz der Pulverkraft.)

Zum Forttreiben der Geschosse ist die Dunstkugel keine brauchbare Form der bewegenden Kraft, weil der bei Weitem größte Theil der Gase gar nicht auf das Geschoß wirken würde. Hieraus folgt:

6. Die ausdehnende Kraft der Gase muß, wenn sie als bewegende Kraft gebraucht werden soll, auf eine bestimmte Richtung und Ausströmungsfläche koncentrirt werden. Je kleiner diese Ausströmungsfläche, desto stärker ist die Wirkung des ausströmenden Gases, desto größer muß aber auch der Widerstand in den übrigen Richtungen sein, weil die stärkere Kompression des ausströmenden Gases eine stärkere Rückwirkung gegen die übrigen Richtungen verursachen wird. (Metallstücke über der Kammer.)

7. Die Ausdehnung des Gases erfolgt, wenn nicht weitere Elemente einwirken, bis zu dem Punkte, wo seine Spannkraft dem entgegentretenden Widerstande, im lufterfüllten Raume dem Atmosphärendrucke, gleich geworden ist.

8. Die Ausdehnung wird um so schneller, um so heftiger erfolgen, je mehr die Spannkraft des Gases dem entgegentretenden Widerstande überlegen ist. (Geschwindigkeit der bewegenden Kraft.)

9. Die Spannkraft der Gase nimmt mit ihrer Dichtigkeit, Kompression und Expansion zu oder ab, und zwar bei permanenten Gasen im geraden Verhältnisse der Dichtigkeit (Mariotte's Gesetz), bei koerciblen in veränderlichen Verhältnissen. Das Pulvergas gehört zum größten Theile zu der letztern Klasse.

10. Mit der stärkern Kompression der Gase, mit der engern Einschließung derselben, oder mit der Vergrößerung der Pulvermenge im Raume wächst die Spannkraft des Pulvergases. (Zweites Steigerungsgesetz der Pulverkraft.)

Die bei der Pulververbrennung entwickelte Hitze dehnt aber die Gase um so merklicher aus, je größer sie ist. Bei dem hohen Grade derselben, welcher bisher noch nicht genau gemessen werden konnte, muß die Ausdehnung der Gase äußerst bedeutend sein. Diese Ausdehnung steigert um eben so viel die Spannkraft der Gase, als sie dieselben auszudehnen strebt.

Nach Gay-Lussac und Dalton erleiden die Gase für alle Temperaturen ein und dieselbe Vergrößerung des Volumens, wenn sie um gleich viel Temperaturgrade erhöhet werden. Nach Magnus und Regnault werden dagegen die koerciblen Gase stärker als die permanenten ausgedehnt. Während sich nach Magnus das Volumen der Luft bei Erwärmung von 0° bis 100° von 1,000 auf 1,366508 steigert, oder in den beiden Räumen dieselbe Spannkraft besitzt, wächst das Volumen des kohlensauren Gases innerhalb derselben Grenze von 1 auf 1,369087, das der schweflichen Säure bis 1,385618.

Man kann nun zwar den Einfluß der Hitze auf die Steigerung der Pulverkraft nicht abschätzen, weil man ihre Größe nicht kennt, allein so viel ist gewiß, daß die Hitze weit über die gewöhnlichen Grenzen hinausgeht und nur wegen ihrer sehr geringen Wirkungsdauer keine zu großen Spuren am Geschützrohre zurückläßt; jedenfalls erreicht sie die Schmelzhitze der strengflüssigen Metalle. Es ist daher anzunehmen, daß die Hitze ein sehr bedeutender Multiplikator der Spannkraft der Pulvergase ist. Wenn man nach den neuesten Messungen die Schmelzhitze des Gußeisens zu 1600 Centigrade und diese als Maß für die bei der Pulververbrennung entwickelte Wärmemenge annehmen will, so würde das Volumen der Pulvergase, wenn es für

100 Centigrade etwa um 0,366508 des ursprünglichen Volumens ausgedehnt wird, wie die atmosphärische Luft, bei 1600° Hitze gleich dem 6,86fachen Volumen des Gases für 0° Temperatur sein. Gay-Lussac will nach seinen Versuchen gefunden haben, daß die Pulvergase bei 0° das 450fache Volumen des Pulvers annehmen. Hiernach würde das Pulvergas bei der Verbrennung, wenn es ganz rein und richtig gemengt wäre, etwa das 3087fache Volumen des festen Pulverkornes im Augenblicke der größten Hitze annehmen und also auch den 3087fachen Atmosphärendruck ausüben.

Weil diese Ausdehnung der Gase durch die Wärme sehr schnell und zwar nach Maßgabe der Verbrennung vor sich geht, so erfolgt auch die daraus hervorgehende Gasströmung mit derselben Schnelligkeit, und diese Stromgeschwindigkeit des Pulvergases ist die Grundlage für die Geschwindigkeit der Geschoßbewegung, während die Menge der Pulvergase die Dichtigkeit des Stromes, die quantitative Größe der Pulverkraft ausmacht und dem Gewicht des zu bewegenden Geschosses entsprechen muß. Wenn man nun durch das Geschützrohr und den Widerstand des Geschosses die Hitze sowohl, als den Gasstrom zusammen zu halten weiß, also sowohl die Stromgeschwindigkeit als auch die Stromstärke zu vergrößern und ihnen gleichzeitig eine meßbare Wirkungszeit aufzudringen vermag, so hat man jenen Atmosphärendruck zu einer erhöheten Wirkung gebracht, gleichzeitig aber auch zu einer durch Zeit und Raum meßbaren Größe umgeschaffen.

Aus der ungeheuren Größe dieses Atmosphärendruckes müßte die Zertrümmerung der stärksten Geschütze entspringen, wenn bei stärkern Ladungen der ganze Gasgehalt derselben gleichzeitig zur Thätigkeit gelangen würde, auch wenn obige Angaben noch zu hoch angenommen sein sollten, was jedoch nicht der Fall zu sein scheint.

Hieraus tritt ebenfalls die Nothwendigkeit klar zu Tage,

die Entzündlichkeit des Pulvers oder dessen Zersetzbarkeit auf das zuverlässige Minimum herabzudrücken.

Weil das Volumen der Kohlensäure das des Stickstoffs bei der Entwickelung der Pulvergase mehr als sechsmal übersteigt, so wird man sich wenig irren, wenn man das gesammte Pulvergas als koercibles ansieht.

Wir erhalten alsdann das Gesetz:

11. Die bei der Pulververbrennung entwickelte Hitze steigert die Spannkraft der Pulvergase für jede 100 Grade um 0,385 der ursprünglichen Spannkraft. (Drittes Steigerungsgesetz der Pulverkraft.)

12. Weil aber die Pulververbrennung nicht momentan erfolgen kann, also auch die Hitze sich nach Maßgabe der Verbrennung steigend entwickelt, so wird dadurch die beschleunigende Nachwirkung der bewegenden Kraft auf das Geschoß unterhalten und selbst noch gesteigert.

13. Hierdurch wird es ohne Schaden für die Wirkung möglich, die Entzündlichkeit und Heftigkeit der Gasentwickelung auf das zulässige Minimum zurückzuführen.

Nachdem wir vorher die Pulverkraft durch die Menge der Gase allgemein bestimmt haben, und jetzt die Wirkung dieser Gase kennen gelernt, so können wir die Forderungen der Meßbarkeit der Pulverkraft näher entwickeln.

§. 46.

Die Dichtigkeit des Pulvers.

Je dichter die Pulvermaterie in einem gegebenen Raume geschichtet ist, je mehr sich mithin Pulveratome in demselben befinden, desto mehr Gase sind von Hause aus in denselben Raum zusammengedrängt. Es muß sich also eine größere Quantität Gase von diesem gegebenen Raume aus entwickeln und ausdehnen. Hierdurch wird die natürliche Kompression der Gase, d. h. die quantitative Gebundenheit der Gase in starrer Form an das

Pulveratom, zu einer höhern Wirkung gesteigert. Wenn die Entwickelung, ganz unabhängig von der Quantität der Pulvermaterie, für gleich große mit Pulver angefüllte Räume auch in ganz gleichen Zeiten vollendet würde, so würde die Steigerung in demselben Verhältnisse erfolgen, wie die Dichtigkeit oder das Gewicht der Pulvermaterie zunähme. Allein dieß ist nicht der Fall. Je dichter die Pulveratome an einander geschichtet sind, je inniger und mit je größern Flächen sie sich berühren, desto mehr wird das entzündete Pulveratom den anliegenden Atomen von der bei der Entzündung empfangenen Wärme abtreten müssen und um so weniger für die eigene Entwickelung behalten, so daß nicht allein die eigene Zersetzung langsamer und weniger heftig, sondern auch die Einwirkung (Mittheilung der Wärme, Fortpflanzung der Entzündung) auf die zunächst liegenden Atome geschwächt und verzögert wird. Weil aber überdieß die Pulverbestandtheile durch die Verdichtung in sich gleichzeitig stärker zusammengedrückt werden, was namentlich bei der Kohle der Fall ist, so wird auch die Entzündlichkeit des Pulvers oder das Feuerfangen gleichmäßig mit der zunehmenden Dichtigkeit erschwert, so daß die Entzündung des ersten Augenblickes (der ersten oder äußern Atome) und die Fortpflanzung derselben von Atom zu Atom erschwert und verzögert werden müssen.

Nennt man zur leichtern Unterscheidung die Kompression der Gase, welche aus ihrer Verbindung in starrer Form mit starren Körpern entspringt, oder den absoluten Gasgehalt der Pulveratome die chemische oder dynamische Kompression, dagegen die aus der größern Dichtigkeit des Pulvers für einen gegebenen Raum erhaltene größere Quantität der Gase die mechanische Kompression, so können wir das eben Gesagte leicht in folgenden Sätzen kürzer ausdrücken:

1. Die zunehmende Dichtigkeit der Pulvermaterie (spezifisches Gewicht, mechanische Kompression der Gase) steigert

die Wirkung der chemischen Kompression (des absoluten Gasgehaltes) in abnehmendem Grade so lange, bis die mit der zunehmenden Dichtigkeit abnehmende Entzündlichkeit und eben so abnehmende, verzögerte Entzündung der ganzen Masse durch die langsamer erfolgende Gasentwickelung der Wirkung an Energie und Heftigkeit so viel und mehr entzieht, als die vermehrte Gasmenge hinzubringen kann.

2. Die mechanische Kompressipn darf mithin eben so wenig gewisse Grenzen überschreiten als die dynamische.
3. Mit Rücksicht auf die früher entwickelten Grundsätze über Gasgehalt, Heftigkeit der Entzündung, Entzündlichkeit ꝛc. erscheint die mechanische Kompression als ein vortreffliches Mittel, einen großen absoluten Gasgehalt mit einer genau geregelten Heftigkeit der Wirkung, Entzündlichkeit des Pulvers ꝛc. zu verbinden. Hieraus folgt:
4. Die mechanische Kompression muß als Regulator der Gasentwickelung, als Kompensator der dynamischen Kompression, der Heftigkeit und Entzündlichkeit des Pulvers benutzt werden.
5. Die nach diesen Rücksichten bestimmte Dichtigkeit des Pulvers muß eine gleichförmige durch die ganze Masse und für einerlei Pulversorte sein, um die genaue Meßbarkeit der Pulverkraft zu begründen.

Wir haben bereits früher erwähnt und wiederholen es der Vollständigkeit wegen, daß:

6. Mit der zunehmenden Dichtigkeit des Pulvers der schädEinfluß der Feuchtigkeit geringer, die Pulvermaterie dauerhafter wird und sich gleichförmiger erhält, so wie daß Transport, Behandlung u. s. w. gefahrloser werden.

Aus den vorstehenden Sätzen ergibt sich:

7. Die Dichtigkeit des Schießpulvers ist so groß zu machen,

als es sich irgend mit der Entzündlichkeit und der unerläßlichen Schnelligkeit der Gasentwickelung vereinigen läßt.

8. Die Dichtigkeit ist ein sehr bequemes Mittel, die Erstwirkung und die beschleunigende Nachwirkung des Schießpulvers beliebig zu einander in Verhältniß zu setzen, gegen einander zu balanciren.

Wie vielfach der Gebrauch sein kann, den man davon je nach verschiedenen Zwecken macht, und natürlich auch der Erfolg, davon geben die verschiedenen Verdichtungen des Schießpulvers in den Raketen, Zündern und sonstigen Feuerwerkskörpern Beweise. — Jedenfalls bleibt das richtige Verhältniß des ersten Stoßes der Gase gegen das Geschoß und des demselben nachfolgenden Druckes auf das im Rohre noch befindliche Geschoß eine der wichtigsten Fragen für die Pulverfabrikation.

Um der Dichtigkeit so viel als möglich genügen zu können, ohne dabei an der erforderlichen Schnelligkeit der Entwickelung der Pulverkraft einzubüßen, und gleichzeitig, um der Meßbarkeit so weit als erforderlich zu entsprechen, werden die verschiedenen Ladungen nicht aus angemessen großen Pulverkörpern konstruirt, sondern man fertigt das Pulver in verhältnißmäßig kleinen Körnern an, aus welchen man dann die Ladungen in jeder beliebigen Größe zusammensetzen kann.

Wollte man die ganze Ladung aus einem einzigen Pulverkörper bestehen lassen, so würde jede besondere Ladungsgröße eine merklich verschiedene Zeit zur vollständigen Zersetzung der Pulvermaterie, also zur vollen Entwickelung der Kraft gebrauchen und dadurch die Bestimmung der Ladungen und ihrer Kraftäußerung äußerst verwickelt werden, mithin auch die genaue und leichte Meßbarkeit so gut als verloren gehen.

Durch das Körnen des Pulvers ist man im Stande, den Einfluß der Ladungsgröße auf die Zeit der Kraftentwickelung so weit zu verringern, daß er nur noch wenig sichtbar und ei-

ner leichten genauen Abmessung der verschiedenen Ladungen nicht mehr hinderlich ist.

Die Körner gewähren für die schnelle und gesicherte Fortpflanzung der Entzündung die nothwendigen freien, von Materie nicht erfüllten, Zwischenräume, welche mit der zunehmenden Dichtigkeit durch die sehr kleinen Poren nicht gegeben sind; gleichzeitig bieten sie der Fortpflanzung des Feuers eine größere Oberfläche, mehr Pulvermaterie dar, so daß gleichzeitig mehr Gase und natürlich auch größere Wärmemengen entwickelt, mithin auch eine kräftigere Grundlage für die weitere Fortpflanzung des Feuers erzeugt werden, endlich aber ist durch die Körnung des Pulvers die Möglichkeit geschaffen, den Ladungen leicht und schnell jede beliebige Form zu geben.

§. 47.

Ueber Größe und Gestalt der Pulverkörner.

Sollen die Pulverkörner den eben angegebenen Zweck erfüllen, so müssen sie die Zeit der Entzündung und Zersetzung des Pulvers von der Größe der Pulverladung unabhängig machen, so daß die Heftigkeit der Pulverwirkung nur von der Dichtigkeit des Pulverkornes abhängig ist. Wenn dieß auch streng genommen nicht vollkommen erreichbar wird, so läßt sich doch sehr viel dazu thun, wenn man die Größe und Gestalt der Körner so zu bestimmen weiß, daß Ladungen von nicht zu verschiedener Größe in ziemlich gleichen Zeiten verbrennen müssen.

Offenbar hängt die Verbrennungszeit von der Schnelligkeit ab, mit welcher sich die Entzündung durch die ganze Masse der Ladung verbreiten kann, und diese nur von der Zahl, Größe und Gestalt der Zwischenräume, oder von der Zahl, Größe und Gestalt der Körner.

Da nun die Flamme mit der fortschreitenden Entzündung wächst und je länger dieselbe dauert, bevor sie die ganze Ladung ergriffen hat, desto stärker, intensiver, gewissermaßen kör-

perlicher wird, so müssen auch die Zwischenräume um so mehr Platz gewähren, wenn die Flamme sich mit so großer Leichtigkeit und Schnelligkeit durch dieselben verbreiten soll, wie es ihrer größern Kraft und Intensivität entspricht. Wenn die Zwischenräume der stärkern Flamme zu wenig Spielraum gewähren, so würde diese die Pulverladung, bevor sie sich noch verzehrt hätte, auseinander sprengen, in einen größern Raum vertheilen und die Kraftäußerung dadurch schwächen.

Weil aber mit der Größe der Zwischenräume die Pulverladung auch auf der andern Seite an materiellem Inhalt verliert, so ist es nothwendig, die Größe der Zwischenräume auf das für die Größe der Ladung zulässige Minimum zu beschränken.

Es ergeben sich nunmehr zuvörderst folgende allgemeine Sätze:

1. Das Körnen des Pulvers soll die Zeit zur Entzündung und Verbrennung des Pulvers von der Größe der Ladung möglichst unabhängig machen, damit die Heftigkeit der Gasentwickelung um so vollständiger durch die Dichtigkeit des Pulverkorns geregelt werden kann.
2. Die Zahl, Größe und Gestalt der Pulverkörner müssen der Ladungsgröße entsprechen.
3. Mit der Zahl und Größe der Zwischenräume nimmt bei gleichem Raume die materielle Erfüllung der Ladung, also auch ihr Gasgehalt ab.
4. Es ist für die Ladung das kleinste zulässige Korn zu wählen.

Man kann offenbar nicht für jede Ladung eine besondere Größe der Körner wählen, so wünschenswerth dieß auch erscheinen möchte, allein dieß ist auch nicht nothwendig, indem kleine Abweichungen gar keine sichtbaren Folgen zu zeigen vermögen. — Wir haben schon so viele Elemente kennen gelernt, welche in der Wirklichkeit niemals gestatten, daß selbst bei schein-

barer Gleichheit aller Bedingungen eine Erscheinung, eine Wirkung der andern gleich wird, und noch sind lange nicht alle Elemente berührt und wie unendlich viel mehr können gar nicht in den Bereich der Theorie gezogen werden.

Man wird vollkommen ausreichen, wenn für eine Reihe von Ladungsgrößen eine und dieselbe Körnergröße, für andere Ladungen eine zweite Größe u. s. f. bestimmt werden.

Es bedarf keiner nähern Ausführung, daß außer der Größe der Zwischenräume auch ihre Gestalt, namentlich der ungestörte, gleichmäßige Zusammenhang von direktem Einfluß auf die gleichmäßige und ungehinderte Verbreitung der Flamme sein müssen. Hieraus folgt:

5. Die Zwischenräume müssen gleich groß sein und nicht allein eine gleiche Gestalt, sondern wegen des gleichmäßigen ununterbrochenen Zusammenhanges unter einander auch eine regelmäßige Gestalt haben. Mithin müssen:

6. Die Pulverkörner gleich groß und kugelförmig gestaltet sein.

Dieses letzte Gesetz wird bei der Fabrikation des Pulvers im strengen Sinne des Wortes niemals erreicht werden können, wie sich bei näherer Betrachtung der Sache von selbst ergibt. Es muß jedoch nach diesem Ziele gestrebt werden, denn das Gesetz enthält die Bedingungen für einen gleichförmig beschleunigten Verlauf der Entzündung und Verbrennung.

Unter den vorstehend entwickelten Bedingungen kann die Dichtigkeit und Festigkeit des Pulvers zum Regulator seiner Entzündlichkeit und Heftigkeit benutzt werden, und wir gelangen zu dem Schlußsatze:

7. Die Pulverkörner müssen von gleicher und der zulässig größten Dichtigkeit sein. *)

---

*) In Bezug ad 6 und 7 bemerken wir noch, daß es sich wohl von selbst versteht, daß diese beiden Gesetze niemals in ihrer vollen Schärfe bei der wirklichen Fabrikation verfolgt werden können.

Wir wollen uns nun nicht weiter damit befassen, die Eigenschaften und etwaigen Vorzüge aller möglichen Körnersorten anzuführen und näher zu beleuchten, denn einmal sind dieselben nur von relativer Giltigkeit und anderntheils ist die Entwickelung derselben in den obigen Grundzügen bereits gegeben. Im Uebrigen ist nichts rathsamer, als bei Entwickelung von Vorzügen und Nachtheilen praktischer Einrichtungen mit großer Vorsicht und Kritik zu Werke zu gehen. Dergleichen Entwickelungen laufen oft Gefahr, Unwesentliches geltend zu machen, vorgefaßte Meinungen zu verrathen und mehr zu individuellen Glaubensbekenntnissen zu werden, als zu wohlbegründeten Kritiken. In der Wissenschaft kann es sich niemals um die guten Seiten mangelhafter Einrichtungen handeln, sondern um die Grundsätze für eine möglichst richtige Konstruktion, um Wahrheiten, nicht um Vertheidigung des Bestehenden, deren es ja auch niemals bedarf, sobald nichts Wesentliches dabei verletzt ist.

Mit der Körnergestalt und ihrem Größenverhältnisse ist die Konstruktion der bewegenden Kraft als vollendet zu erachten, und weil durch das Körnen des Pulvers gleichzeitig die früher entwickelte Forderung erfüllt ist, dem Pulver die zulässig geringste Heftigkeit und dafür eine entsprechend große Nachwirkung als beschleunigenden Druck gegen das in Bewegung übergeführte Geschoß zu verleihen, indem der reiche Gasgehalt des Pulvers durch die Dichtigkeit der Materie in eine geregelte Entwickelung versetzt wird, so sind dadurch die Forderungen der Wirkung mit jenen der Kriesgbrauchbarkeit in Uebereinstimmung gekommen.

Es bleibt nunmehr noch übrig, über Entzünduug, Verbrennung, Kraft und Kraftäußerung des Pulvers so viel zu sagen, als zum Verständnisse der Sache und zum Anschlusse an die üblichen Methoden der artilleristischen Lehren nothwendig erscheint.

§. 48.

Ueber Entzündung und Verbrennung des Schießpulvers.

Mag man sich die Heftigkeit der Gasentwickelung des Pulvers auch noch so groß, die dazu nothwendige Zeit noch so gering vorstellen, immer bleibt ein Zeitverbrauch zur Entzündung und Verbrennung übrig, dessen Größe in mehrern Richtungen beachtet werden muß.

Uebersteigt die Heftigkeit gewisse Grenzen, erfolgt die Entwickelung zu plötzlich, so wissen wir, daß die Pulverkraft nicht allein die beabsichtigte Wirkung mehr und mehr verfehlt, statt größerer Geschoßwirkungen und Anfangsgeschwindigkeiten geringere gibt, die Konstruktion dauerhafter und beweglicher Geschütze immer unmöglicher macht, sondern daß sie auch unfähig wird, gefügige Flugbahnen zu erzeugen, indem sie sich der Meßbarkeit mehr und mehr entzieht, kleine Abstufungen in den Anfangsgeschwindigkeiten unausführbar oder unzuverlässig macht, endlich wissen wir, daß ein zu heftiges Pulver für den Kriegsgebrauch ganz ungeeignet wird. Es ist bereits erwähnt, daß jedes Geschoß je nach seinem Gewicht und je nach seiner Lage zur bewegenden Kraft (Erhöhungswinkel) einer gewissen Zeit bedarf, um aus der Ruhe in Bewegung gesetzt zu werden, und daß diese Zeit nicht ohne Nachtheil verkürzt oder verzögert werden kann, daß mithin ein vortheilhaftestes Verhältniß zwischen dem ersten Drucke gegen das Geschoß und dem diesem Drucke nachfolgenden, auf Beschleunigung der begonnenen Bewegung hinwirkenden existirt.

Wenn nun die Dichtigkeit des Pulvers eine gegebene ist, so hängt offenbar von dem Verlaufe der Entzündung (ersten Gasentwickelung) und Verbrennung (nachfolgenden Beschleunigung) die Erzeugung des günstigsten Theilungsverhältnisses der Gesamtkraft zwischen Erstwirkung und Nachwirkung ab. Gleichzeitig leitet diese Bedingung unsre Aufmerksamkeit auf die damit in Bezug tretende Länge der Geschützröhre. Die Entzünd-

lichkeit des Pulvers und die Heftigkeit des gewählten Zündmittels leiten die Entzündung und ihren unmittelbar darauf folgenden Verlauf ein, bedingen also das Verhältniß des ersten Stoßes gegen das Geschoß zur Gesamtwirkung.

Man wird demnach zur Frage über die Entzündlichkeit hingewiesen.

Wenn eine rauhe Oberfläche der Pulverkörner das Feuerfangen, mithin die Entzündlichkeit begünstigt, so ist dieselbe eine eben so bequeme Pforte für die eindringende Feuchtigkeit, und läßt sich schwer mit den unstreitig wichtigern Bedingungen hinreichender Festigkeit und kugelförmiger Körnergestalt vereinigen. Man muß daher diese sich hier hervordrängende Frage als bereits entschieden erachten und voraussetzen, daß:

1. Das Schießpulver Körner von fester, glatter Oberfläche und kugelförmiger Gestalt erhalten muß.

Es handelt sich mithin jetzt darum, die Heftigkeit des Zündmittels dergestalt zu bestimmen, daß die erste Entzündung mit der Größe der Ladung und Schwere des Geschosses in ein richtiges Verhältniß gebracht werde, so daß die Entzündung und Verbrennung, oder Erst- und Nachwirkung in ein angemessenes Verhältniß zu einander treten.

Hieraus folgt von selbst:

2. Schwere Geschosse und starke Ladungen verlangen heftigere Zündmittel, eine kräftiger eingeleitete Entzündung, als leichte Geschosse und schwache Ladungen.

Wir würden auch hier bei starrem Absolutismus zu einer eben so großen Reihe von Zündmitteln gelangen, als wir Geschosse und Ladungen haben, allein der früher entwickelte Satz, sich mit der geringsten zulässigen Heftigkeit der Zündung zu begnügen und der Umstand, daß bei großen Ladungen, namentlich, wenn sie in Form von Kartuschen (Patronen) fest eingehüllt und zusammengehalten sind, die Heftigkeit der Zündung keinen unbequemen und störenden Einfluß auf die Gleichförmig-

keit und Größe der Pulverkraft äußert, gestatten, die Zündmittel so weit zu vereinfachen, als es die Praxis erheischt. Man kann daher den Grundsatz für die Praxis aufstellen:

3. Für schwache und für Ladungen mit losem Pulver sind Zündmittel von eben ausreichender, geringster Heftigkeit, für starke Ladungen und für fest eingehüllte sind die heftigeren Zündmittel zu wählen.

Um aber mit den letztern nicht über die Grenzen der eben ausreichenden Heftigkeit zu gerathen, und weil das Schießpulver ein Mittel darbietet, jeden beliebigen Grad der Heftigkeit durch verschiedene Dichtigkeit zu erzeugen, so erscheint es am vortheilhaftesten:

4. die Zündmittel aus dem Schießpulver in einer der verlangten Heftigkeit angemessenen Verdichtung herzustellen, und die Entzündung dieser Zündmittel auf die geeignetste Weise zu sichern.

Sind auf diese Weise sowohl die Entzündlichkeit des Pulverkornes und das Zündmittel oder die erste Einleitung der Entzündung gegeben, so handelt es sich nur noch darum, daß

5. die Entzündung einen geregelten und unter gleichen Bedingungen gleichförmigen Verlauf bis zu Ende beibehält, und

6. die Entzündung die Lage und Schichtung der Pulverkörner (Größe des Ladungsraumes) möglichst ungeändert läßt.

Wir dürfen es hier nur andeuten, daß der Verlauf der Entzündung von der Entzündlichkeit des einzelnen Kornes, der Größe der ihr dargebotenen Oberflächen, der Größe, Gestalt und dem gleichmäßigen und ununterbrochenen Zusammenhange der Zwischenräume zwischen den Pulverkörnern abhängig ist und unter günstigen Bedingungen mit gleichmäßiger und sehr großer Beschleunigung Statt findet.

Die ad 6 erwähnte Bedingung bringt aber außer den hier genannten Elementen den Ort der ersten Entzündung in Bezug

auf die Lage, Größe und Gestalt der Pulverladung, so wie in Bezug auf die Richtung ihrer Wirkung zur Sprache.

Von Hause aus schließen wir aus 6., daß

7. die Entzündung niemals in der Mitte der Pulverladung ihren Anfang nehmen darf, sondern stets an dem Umfange, weil die Expansion der zuerst entwickelten Gase von Hause aus die Ladung in ein größeres Volumen auseinander treiben würde, bevor sie noch auf die entferntern Pulverkörner eingewirkt hätte.

Es handelt sich also jetzt darum, den Punkt der ersten Entzündung an dem Umfange der Ladung zu bestimmen. Wir müssen hier einen Blick vorwärts thun und uns die Ladung hinter dem Geschoß im Geschützrohre befindlich vorstellen, so wie den Zweck ihrer Wirkung, ihre zu entwickelnde Thätigkeit ins Auge fassen.

Die Gase sollen das Geschoß forttreiben, sich also in der Richtung gegen dasselbe bewegen und vom Geschützrohre sämtlich auf das Geschoß koncentrirt werden; sie sollen sich also gegen den Boden der Seele des Rohres stützen, von demselben abgelenkt werden und ihre Bewegung zwischen und parallel den Seelenwänden antreten. Hieraus folgt unmittelbar:

8. Die Entzündung muß ihren Anfang so nahe als möglich am Boden der Seele nehmen (Stellung des Zündloches).

Wenn die dem Boden der Seele nächsten Pulverschichten zuerst entzündet und entwickelt werden, so werden sie oder vielmehr ihre Gase von dem Boden der Seele und den Wänden unmittelbar nach vorn und gegen das Geschoß gelenkt und sind bereits in Bewegung, wenn sich die vordern Schichten in Gase zersetzen, sie dienen den später explodirenden Gasen, wie der Boden des Geschützes ihnen, als Widerstand, Stütze und nach vorn hinlenkende Kraft, indem sie sich der eignen Kompression durch die Rückwirkung der vordern Gasschichten widersetzen und

gleichzeitig deren Rückwirkung gegen das Geschütz, gleich wie eine elastische Zwischenlage, dämpfen.

Bei der Entzündung der Ladung an dem dem Geschosse entgegengesetzten Ende wird zwar die Ladung selbst vorwärts gerückt, allein die entwickelten Gase füllen gewissermaßen die Seele hinter der vorgeschobenen Ladung, sie stören die Schichtung der Pulverkörner, die Lage der Ladung gegen das Geschoß nicht, und wirken von Hause aus in voller Kraft und beabsichtigter Richtung auf Bewegung des Geschosses, während die Entzündung in der Mitte (nämlich im Innern der Ladung) als Dunstkugel auf die Ladung und mit dem geringsten Theile auf das Geschoß wirken, so wie gleichzeitig eine wirbelähnliche Strömung der Gase, eine verzögerte Annahme der beabsichtigten Richtung der Gasströmung gegen das Geschoß und eine Störung der beschleunigenden Nachwirkung herbeiführen müßte.

Endlich schließen wir:

9. Die Entzündung darf nicht in der Richtung der Geschoßbewegung (Seelenaxe ꝛc.) erfolgen, sondern muß senkrecht dagegen gerichtet sein. (Senkrechte Stellung des Zündlochs gegen die Seelenaxe.)

Wenn die Entzündung in der Richtung der Seelenaxe, also auch durch die Mtte des Bodens der Seele erfolgte, so würde das Zündmittel selbst den unmittelbarsten Einfluß auf die Wirkung der Ladung erlangen und einen integrirenden Bestandtheil der Ladung selbst ausmachen. Wie sehr eine solche Stellung des Zündloches die Bestimmung der Ladungsverhältnisse erschweren, wie einflußreich sie die Heftigkeit des Zündmittels machen müßte und wie dadurch ein neues Element in die schon vielfach verwebten und verwickelten Bedingungen gebracht würde, läßt sich ohne Weiteres ermessen.

Außerdem muß man es aber als einen unumstößlichen Grundsatz ansehen, die Fläche, welche der bewegenden Kraft zum Stützpunkte, zum Refraktor, dienen soll, in größter Reinheit und

Unverletzlichkeit zu erhalten, so wie ihre Wirkung auf die Pulverkraft durch nichts zu stören.

Nur die senkrechte Richtung der Entzündung gegen die Seelenaxe läßt dieses Prinzip unverletzt und bricht die Einwirkung der Zündung auf die Ladung am meisten, macht ihren Einfluß auf die Pulverladung zum minimo, so daß man freier über die Heftigkeit des Zündmittels verfügen darf.

Jede andere Richtung der auf die Ladung gerichteten Zündwirkung würde entweder stärker gegen den Boden der Seele sich äußern und dessen Einwirkung auf die Bewegung der Gase stören, oder sie würde mehr Einfluß auf die Ladung erlangen. Und, wenn wir den Einfluß der Zündung auf die Einwirkung des Bodens gegen die Gase scharf ins Auge fassen, so folgern wir:

10. Die Zündung darf nicht unmittelbar am Boden der Seele erfolgen, sondern muß je nach der Heftigkeit des Zündmittels weiter von demselben abgerückt werden.

Es ist hieraus ersichtlich, wie einflußreich die mit der entsprechenden Heftigkeit und am richtigen Orte eingeleitete Entzündung auf die Verbrennung, Gasentwickelung und auf die Kraftäußerung des Pulvers einwirken muß.

Die geregelte und entsprechende Einwirkung der Pulverkraft auf das Geschoß ist als die Grundlage der Wahrscheinlichkeit des Treffens, der Fügsamkeit der Flugbahnen anzusehen, und deshalb ist es von Wichtigkeit, alle darauf wirkenden Elemente in ihrem innersten Wesen zu verfolgen und ihren Zusammenhang mit dem Ganzen darzuthun.

Auf die nunmehr geregelte Entzündung stützt sich die Verbrennung, das ist, die vollkommene Auflösung der ganzen Pulvermenge in Gase und in den Rückstand.

Die Dichtigkeit wird die zur vollständigen Auflösung erforderliche Zeit bedingen, also auch die so wichtige Nachwirkung, Beschleunigung des bewegten Geschosses regeln.

Aber nur erst, wenn man im Stande gewesen ist, durch die zu Gebote stehenden Mittel, welche wir andeuteten, die zur vollständigen Entzündung der ganzen Ladung erforderliche Zeit möglichst unabhängig von der Größe der Ladung zu machen, zu einer ziemlich konstanten Größe, alsdann wird die Dichtigkeit ihren vornehmsten Zweck erreichen, der Regulator der beschleunigenden Kraft zu sein, alsdann wird die Bestimmung der Ladungsgröße auf ihre einfachsten Elemente zurückgeführt, und man wird einen klarern Blick in das zwischen Ladung und Wirkung obwaltende Verhältniß thun können.

Im Uebrigen erkennen wir, daß die Entzündung und Verbrennung niemals von einander getrennt werden können und deshalb auch nur in ihrem innigen Zusammenhange betrachtet werden dürfen. Wir haben deshalb die Verbrennung auch nur in so fern von Entzündung abgeschieden, als wir jene als die Grundlage der Nachwirkung, die Entzündung als diejenige der Erstwirkung gegen das Geschoß auffaßten.

Durch eine weitere und abstraktere Trennung würde die Theorie sich nur der Gefahr aussetzen, von den Erscheinungen der Wirklichkeit sich zu lösen und den Rückweg zu verlieren.

§. 49.

Die Kraft und Kraftäußerung des Schießpulvers.

Wenn wir überhaupt den Begriff Kraft nicht anders zur Vorstellung bringen können, als geknüpft an die beiden Elemente: Körper und Bewegung, so erhalten wir, wird der Begriff Kraft auf das Pulver übergetragen, folgende Definition:

Die Kraft des Pulvers ist zusammengesetzt aus der Quantität der bewegten Gase, aus der Geschwindigkeit ihrer Bewegung und aus der Zeit, durch welche sie zu wirken vermögen, oder aus der Menge der Gase, aus der Heftigkeit ihres Expansivbestrebens (Kompression, als Ursache dieses Bestrebens) und

aus der Dauer der Expansion (Beschleunigungswirkung auf das Geschoß). — Und in diesem Sinne fällt der Begriff Kraft mit dem der Kraftäußerung zusammen. Es würde daher richtiger erscheinen, dem Begriffe der Kraftäußerung nicht die Kraft, sondern die Fähigkeit zur Kraftäußerung entgegenzusetzen. Es ist überhaupt mit der Trennung von dergleichen im Verhältniß von Ursache und unmittelbarer, unzertrennlicher Folge stehenden Begriffen ein eigenes Ding, denn man geräth ewig in die Nothwendigkeit, willkührliche Grenzen zur Grundlage zu nehmen, und man ist trotz dem niemals im Stande, die Begrisse in strenger Reinheit und Individualität festzuhalten, sondern man berührt immer das Gebiet des einen, um den andern vollständig entwickeln zu können. Dieses Schwanken und willenlose Uebersließen aus einem Begriffe in den andern ist aber keineswegs immer so unschuldig und unschädlich, als es dem oberflächlichen Blicke erscheint, denn es erschwert stets das Eindringen in das innerste Wesen der Sache, in den geheimen Zusammenhang der Dinge.

Die Kraft ist einmal und bleibt die Bewegung eines Körpers und als solche auch der Inbegriff aller Elemente, welche mit dem bewegten Körper in Zusammenhang treten.

Von einer schlummernden, nicht thätigen Kraft zu sprechen, ist mit der Bedingung verknüpft, die Bewegung und Alles mit ihr in Bezug tretende vom Körper zu trennen, was aber erklärlicher Weise nicht ohne Zwang und Verfälschung, Verdunkelung des Begriffes möglich ist.

Man kann sich eben so wenig eine thätige Kraft ohne Aeußerung, ohne Wirkung, also ohne Objekt vorstellen, mag nun, um vom Pulver zu sprechen, diese Wirkung in der Bewegung, Erschütterung der Luft, im bloßen Knalle, oder in dem bewegten Geschoß bestehen.

Die Fähigkeit zur Kraftäußerung, welche das Pulver erhalten muß, um dem Zwecke zu entsprechen, haben wir in den

verschiedenen Richtungen betrachtet und die darauf bezüglichen Elemente erörtert und festgestellt.

Wir haben die Kraft stets, wo sie zur Sprache kam, als eine thätige, mit Wirkung verbundene vorausgesetzt und dabei ihren Zweck, die Bewegung des Geschosses, d. h. die zu bewegende Masse und ihre Geschwindigkeit im Auge gehabt.

Was in der Regel über die Kraftäußerung des Pulvers im Besondern abgehandelt wird, läuft streng genommen darauf hinaus, dem Pulver stets so viel zu thun zu geben, als es seiner Fähigkeit nach und den beabsichtigten Bedingungen gemäß leisten kann und soll. Es ist der ökonomische Grundsatz, sein Kapital so hoch zu verwerthen, als es irgend geht, und niemals mehr Kraftaufwand zu machen, als eben nothwendig ist. Alle die hierher bezüglichen Punkte sind aber in unsern vorangegangenen Betrachtungen hinreichend erörtert und würden nur noch in anderer Form wiederholt werden können.

Wir können es bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen, auf eine natürliche Folge hinzudeuten, welche die bisher beliebte Isolirung der Begriffe Kraft und Kraftäußerung von der Bewegung und vom Geschoß gehabt zu haben scheint. Diese Isolirung mußte alle diejenigen Mängel der Wirkung, welche die Wahrscheinlichkeit des Treffens angehen und nicht durch das Terrain oder ander Zufälligkeiten veranlaßt werden, zum bei Weitem größten Theile dem Geschütz, viel weniger dem Geschoß und noch weit weniger der Natur der bewegenden Kraft zur Last legen, dagegen die mangelhafte Wirkung der Geschosse, wo dieselbe auf Stoßkraft vorzugsweise begründet ist, zum größten Theile der bewegenden Kraft zuschreiben.

Blickt man auf die vorherrschende Sorge, welche seit längerer Zeit auf die Vervollkommnung der Geschützröhre mit nicht zu verkennendem Erfolge gerichtet war und auf die Bemühungen nach Erhöhung der Pulverkraft, beachtet man die dabei eingeschlagenen Wege, blickt man auf den Kampf mit den natürlichen

Schwierigkeiten, welche die Vereinigung so entschiedener Gegensätze von Wirkung und Beweglichkeit, Dauer und Leichtigkeit u. s. w. der Konstruktion entgegenwerfen, sieht man erst in neuester Zeit der Geschoßkonstruktion, der Grundlage aller Wirkung, von den ältern Artillerieen in höchster Einseitigkeit gepflegt, wieder eine größere Aufmerksamkeit zugewendet, so ist wohl nicht zu verkennen, daß man mannichfach von der Grundlage aller Konstruktionen, vom Totalerfolge, oder wie es von der heutigen Technik bezeichnet wird, vom Nutzeffekte seine Blicke abgewendet und sich mit ganzer Kraft der Pflege einzelner Wirkungselemente auf Kosten der übrigen zugewendet hat. Wenn der durch den Krieg gebildete Artillerieoffizier, der seiner wissenschaftlichen Bildung eine reiche und wohlbegründete Erfahrung zur festen Unterlage geben kann, gegen den Feuereifer einseitiger Ideen, wie sie sich heute der Beweglichkeit und bald einmal wieder der Wirkung zuwenden, gesichert ist, so fehlt doch dem jüngern, heranwachsenden Offizier jene sichere Haltung und Ruhe, welche ihm nur durch einen klaren Blick in das innere Wesen der Elemente und ihres vielverwebten und oft so verborgenen Zusammenhanges gegeben werden kann.

Es ist der Zweck unserer Betrachtungen, diesen innern Zusammenhang aufzusuchen und zu verfolgen, wir vermeiden es deshalb streng, zusammengehörige Elemente aus dem Ganzen herauszureißen und in einer unnatürlichen Individualität zu behandeln, so wie wir es nicht unterlassen zu dürfen glauben, gegen solche von der wirklichen Erscheinung entfernende Isolirungen zu warnen.

Es muß als unverletzlicher Grundsatz für die Wissenschaft und Kritik, wie für die Konstruktion gelten, nicht sowohl nach der höchsten absoluten Geschoßwirkung, nach einseitig ausgebildeter Beweglichkeit, nach Vergrößerung der absoluten Pulverkraft u. s. w. zu streben, als vielmehr nach dem höchsten Totalerfolge, nach dem reichsten Nutzeffekte. Es kommt, wie die

Dinge heute stehen, nicht mehr darauf an, die absolute Kraft des Pulvers zu steigern, wohl aber, dieselbe in Bezug auf Gleichförmigkeit, Meßbarkeit, Fügsamkeit u. s. w. zu vervollkommen.

Wir haben im Vorigen gesehen, daß eine Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeiten ihre natürlichen, und wie es sehr wahrscheinlich ist, bereits erreichten Grenzen hat, wir haben die natürlichen Grenzen der Geschoßgrößen nicht weniger nahe berührt, wir haben also das bewegte Geschoß in seinen beiden Elementen, Masse und Geschwindigkeit, bereits auf seinen natürlichen Höhenpunkt geführt, wir haben also auch eine genügende absolute Pulverkraft, und es kommt nunmehr darauf an, diese so gegebene Grundlage zu vervollkommnen, dem Zwecke anzupassen und zum höchsten Nutzeffekte zu bringen.

Eben so ist uns ein natürliches Maß der Beweglichkeit vorgezeichnet, die Beweglichkeit der beiden andern Waffen. In der Vereinigung mit denselben liegt unsere Stärke und die der Armee, wir sind an sie gebunden und dürfen uns nicht trennen, und wenn wir fliegen könnten.

Nachdem wir nunmehr das Geschoß konstruirt, die Gesetze und den Gebrauch seiner Bewegung in allgemeinster Form kennen gelernt und jetzt die Natur und Gesetze für die bewegende Kraft aufgestellt haben, gehen wir zu den Geschützröhren, den Regulatoren der bewegenden Kraft über.

Wir haben es bereits angedeutet, daß die natürliche Ausdehnung der Pulvergase, welche in der Form der Dunstkugel erfolgt, nicht zur Bewegung des Geschosses geeignet ist, nicht allein, weil bei dieser natürlichen Wirkungsform nur ein sehr kleiner Theil der gesammten Pulverkraft zur Wirkung gelangen müßte, sondern auch, weil sich mit dieser Form weder eine geregelte, gleichförmige Verbindung des Geschosses mit der Kraft, noch selbstredend eine bestimmte Richtung des Geschosses vereinigen ließe.

Um daher jene im §. 45 näher besprochene Wirkung der Gase in ihrer vollen Größe verwerthen zu können, muß die Bewegung der entwickelten Gase durch das Geschützrohr in die dem Geschosse zu gebende Richtung übergeführt und somit gegen das Geschoß koncentrirt werden.

Wenn das Pulver in irgend einen Raum eingeschlossen und entzündet wird, so hängt die Größe seiner Kraftäußerung, seine sichtbare Leistung offenbar von der Größe des der Ausdehnung der Gase entgegentretenden Widerstandes ab.

Erfährt das Pulvergas bei seinem natürlichen Streben, sich nach allen Seiten gleich stark und gleich weit auszudehnen, von allen Seiten einen gleich großen Widerstand, und ist dieser Widerstand mit der ausdehnenden Kraft im Gleichgewicht oder der letztern überlegen, so kann keine sichtbare Wirkung erfolgen. Ist dagegen der Widerstand in allen Richtungen zwar gleich, aber außerordentlich klein, etwa blos durch den Widerstand der rings umgebenden Luft gebildet, so wird auch die sichtbare Wirkung des Pulvers entsprechend gering ausfallen, weil die entwickelten Gase sogleich in freie, ungehinderte Ausdehnung übergehen können. Zwischen diesen beiden Grenzen liegt offenbar die höchste Wirkung, sichtbare Kraftäußerung der Dunstkugel des Pulvergases, und sie ist dadurch gegeben, daß der Widerstand auf allen Seiten so groß ist, um die Gase so lange an der Ausdehnung zu hindern, bis das Pulver völlig verbrannt ist und seine volle Ausdehnungskraft auszuüben vermag, dann aber muß der Widerstand überwältigt werden, weil in diesem Augenblicke die höchste erreichbare Spannkraft wirksam ist, in jedem spätern und frühern Augenblicke eine geringere wirkt. Hierin ist aber nur die eine Bedingung der höchsten Dunstkugelwirkung gegeben, die Größe des Widerstandes. Die zweite Bedingung ist durch die Größe des eingeschlossenen Raumes gegeben. Je mehr in diesem Raume Pulvermasse (Gasmenge) enthalten ist, je weniger derselbe den entwickelten Gasen gestattet, sich vor der Gesamtwirkung

auszudehnen, desto größer wird die Wirkung der Dunstkugel ausfallen.

Wir folgern hieraus:

1. Die höchste Wirkung des Pulvers (sichtbare Kraftäußerung) ist gegeben durch die Einschließung desselben in einen so engen Raum, wie die Dichtigkeit, Größe, Gestalt und Festigkeit des Pulverkornes ihn zulässig machen, und durch Umschließung dieses Raumes mit so festen Wänden, daß diese erst in demselben Augenblicke auseinander gerissen werden, wenn eben das Pulver völlig in Gasform übergegangen ist, vorher aber weder nachgeben, noch sich ausdehnen.

Diese höchste Verwerthung der Pulverkraft findet also nur für die Sprenggeschosse Anwendung, und es reihen sich an vorstehendes Gesetz noch folgende Sätze:

2. Der innere Raum der Sprenggeschosse muß kugelförmig sein.
3. Der innere Raum muß, wo möglich, ganz angefüllt werden, wenn es auf eine sehr bedeutende Sprengwirkung abgesehen ist.
4. Das Mundloch muß so klein, als es irgend geht, konstruirt werden.

Wenn aber die Dunstkugel, wie bei der Bewegung der Geschosse in bestimmter Richtung, nicht anwendbar ist, so kann von der höchsten Verwerthung der Pulverkraft nicht mehr die Rede sein, und man darf daher das Pulver nicht mehr von allen Seiten in so feste und gleichförmige Einschließung bringen, wie eben erwähnt worden ist.

Es frägt sich nunmehr, wie sich das Pulver in seiner Kraftäußerung gegen ungleichförmige Einschließung verhält.

Wenn die Einschließung auf einer Seite weniger Widerstand zu leisten vermag, als auf den übrigen, so wird diese

schwächere Einschließungswand von den übrigen losgerissen und von dem Pulvergase mit um so größerer Heftigkeit fortgeschleudert werden, je größer der Widerstand in den übrigen Richtungen ist, je vollständiger die Verbrennung vor erfolgter Bewegung der schwächern Einschließung war und je länger die Ausdehnung des Gases auf das losgerissene Stück der Einschließung nachwirken kann.

Hieraus ergeben sich als allgemeine Gesetze über die höchste Wirkung des Pulvers gegen die zu bewegenden Geschosse:

5. Die Geschützröhre müssen so fest und so schwer konstruirt sein, daß sie nicht allein der höchsten Expansivkraft des Pulvers, welche zur Bewegung der Geschosse je nach den Bedingungen der Schußweite und Anfangsgeschwindigkeit erforderlich ist, widerstehen, sondern auch, daß sie sich nicht eher in Bewegung setzen lassen, bevor das Geschoß außer Verbindung mit dem Rohre gekommen ist.
6. Das Geschoß darf sich nicht merklich verrücken und vorwärts bewegen, bevor das Pulver völlig verbrannt ist.
7. Das Geschützrohr muß die Kraft der sich ausdehnenden Gase so lange gegen das Geschoß koncentriren und wirksam werden lassen, als diese Nachwirkung des Pulvers noch sichtbaren Nutzen für die Bewegung des Geschosses gewährt.
8. Das Pulver muß vom Geschützrohre und vom Geschoß möglichst eng eingeschlossen sein.

Wir werden im nächsten Kapitel sehen, welche Modifikationen diese allgemeinen Gesetze über die höchste Wirkung gegen das Geschoß erleiden müssen, um mit andern Rücksichten in Einklang zu kommen, wie man oft genöthigt sein wird, von der höchsten Verwerthung der Pulverkraft gegen das zu bewegende Geschoß mehr oder weniger abzusehen, wie man sich bald veranlaßt sieht, die beschleunigende Nachwirkung des Pulvers

vorherrschend zur Anwendung zu bringen, bald die Pulverkraft so weit als möglich auf den ersten Stoß gegen das Geschoß zu reduziren und dagegen von der Nachwirkung mehr abzusehen.

Die Gestalt der Flugbahn, die Anfangsgeschwindigkeit, die Elevation, die Art der Geschoßwirkung u. s. w. sind Elemente, für welche die bewegende Kraft geschaffen ist, welche daher niemals der letztern geopfert werden dürfen, und welche auch deshalb die vornehmsten Gesetze für die Konstruktionen der Geschützröhre bestimmen werden.

Fünftes Kapitel.

Vom Geschützrohr.

§. 50.

Allgemeiner Zweck des Geschützrohres.

Wenn uns im Vorigen zur Erzeugung der Geschoßwirkungen in den verschiedenen Größen, Gestalten und Entfernungen die Geschosse selbst, ihre verschiedenen Bewegungsarten (Flugbahngestalten, Anfangsgeschwindigkeiten und Elevationen) und die zu ihrer Erzeugung geeignetste bewegende Kraft gegeben wurden, so ist die jetzt vorliegende Aufgabe, die bewegende Kraft dem Zwecke gemäß zu handhaben. Die Geschützröhre sind die zur Handhabung der bewegenden Kraft bestimmten Instrumente, ihre Konstruktion muß daher auf die beiden Grundbedingungen: Flugbahn und Natur der bewegenden Kraft, mit gleich großer Sorgfalt gerichtet sein.

Wie wir im vorigen Kapitel die Natur der dort gegebenen bewegenden Kraft kennen gelernt haben, so wirkt dieselbe, wenn ihr zur Entwickelung volle Freiheit gegeben ist, in Gestalt einer Dunstkugel mit gleicher Stärke nach allen Richtungen; sie würde daher, unter dieser Bedingung mit dem Geschoß in Verbindung gesetzt, nur mit einem außerordentlich geringen Theile ihrer Gesamtgröße auf die ihr zugekehrte Oberfläche des Geschosses wirken, und weder in Bezug auf die Flugbahngestalt, Anfangsgeschwindigkeit und Elevation, noch in Bezug auf Zuverlässigkeit des Erfolges den unerläßlichsten Grad der Brauchbarkeit erlangen können.

Hieraus folgt die erste Grundbedingung für die Geschütz-Konstruktion:

1. Das Geschützrohr muß die bewegende Kraft aus der natürlichen Gestalt ihrer Wirkung, aus der Dunstkugel in diejenige überführen, welche ihre Wirkung gegen das Geschoß koncentrirt.

An diese Bedingung schließt sich unmittelbar:

2. Das Geschützrohr muß die bewegende Kraft in derjenigen Richtung gegen das Geschoß koncentriren, in welcher sich dasselbe bewegen soll. Ferner:
3. Das Geschützrohr muß die Entwickelung der bewegenden Kraft nicht allein begünstigen, sondern auch vom ersten Augenblicke der Entwickelung an in die beabsichtigte Richtung überführen.
4. Das Geschützrohr darf die gleichförmige Wirkung der bewegenden Kraft nicht beeinträchtigen, und endlich
5. muß es Ladung und Geschoß in die der verlangten Bewegung (Richtung) entsprechendste Verbindung bringen.

An diese Grundbedingungen vielgestaltiger Geschoßwirkungen, fügsamer Flugbahnen, meßbarer und zuverlässiger Erfolge knüpfen sich die Forderungen der Handhabung, Bewegung und Kriegsbrauchbarkeit, durch deren Erfüllung erst der höchste Gesamterfolg oder, wenn wir uns dieses Ausdrucks wiederholt bedienen wollen, der höchste Nutzeffekt erreicht, die Konstruktion vollendet wird.

Um nun aus diesen allgemeinen Bedingungen zu bestimmtern und brauchbaren Gesetzen für die Konstruktion der Geschützröhre zu gelangen, müssen wir zuvörderst jene mit stetem Hinblicke auf die Flugbahngestalt und die Natur der bewegenden Kraft näher erörtern.

§. 51.

Ueber Koncentration und Gestaltung der bewegenden Kraft.

Das Geschützrohr muß zur Erfüllung dieser ersten Grundbedingung der Ausdehnung der bewegenden Kraft in allen denjenigen Richtungen, welche nicht auf das Geschoß gerichtet sind,

einen so großen Widerstand entgegensetzen, daß diese Ausdehnung nicht erfolgen kann, daß vielmehr das Pulvergas sich nur in der Richtung gegen das Geschoß auszudehnen vermag. Hierdurch ist die erste Bedingung der Koncentration und Gestaltung gegeben: die Hinlenkung der bewegenden Kraft gegen das Geschoß. Hieraus folgt:

1. Das Geschützrohr darf die Ausdehnung des Pulvergases in keiner andern Richtung gestalten, als in der gegen das Geschoß.
2. Das Geschützrohr muß der ausdehnenden Gewalt des Pulvers durch die Festigkeit widerstehen, mit welcher es die Ladung umschließt.
3. Das Geschütz muß durch sein Totalgewicht der bewegenden Kraft einen so bedeutenden Widerstand entgegensetzen, daß sich dieselbe bei der Kraftäußerung gegen das Geschoß auf das Geschützrohr, als auf eine feste, unverrückbare Basis stützen kann.

Die zweite der vorstehenden Bedingungen muß durch eine geeignete Wahl des Materiales zum Geschützrohre erfüllt werden, welches eine so große Härte und Zähigkeit besitzen muß, daß die Expansivkraft des Pulvers das Geschützrohr weder auszudehnen, noch viel weniger zu zerreißen vermag. Dabei muß das Material ein so großes spezifisches Gewicht besitzen, daß das Rohr die unter 3. angedeutete Schwere erreicht. Wir haben hier vom Totalgewicht des Geschützes gesprochen, weil das Rohr, seiner Handhabung wegen, stets mit einer Laffete in feste Verbindung gebracht werden muß, und das Gewicht dieser die Unverrückbarkeit des Geschützrohres in Bezug auf das wirksame Pulvergas steigert. Man ist dadurch in den Stand gesetzt, das von der Pulverkraft beanspruchte Totalgewicht des Geschützes auf Rohr und Laffete zu vertheilen, um dem erstern bei ausreichender Haltbarkeit eine größere Handlichkeit zu verleihen. Demnach muß man es als Grundsatz festhalten, daß das Rohr

der Pulverkraft ein das Gewicht des Geschosses weit genug übersteigendes Gewicht entgegensetzt, damit es so lange in der Laffete unbeweglich, unverrückbar verharrt, bis das Geschoß seine volle Geschwindigkeit erreicht hat, weil dieses im entgegengesetzten Falle dieselbe niemals erlangen würde. Hieraus ergibt sich:

4. Das Gewicht des Rohres muß mit dem Gewicht des Geschosses und der demselben zu verleihenden größten Anfangsgeschwindigkeit (stärkste Ladung und größte Schußweite) direkt proportionirt sein.

Diese Aufgabe ist nicht schwierig zu lösen und würde das Rohrgewicht noch bedeutend niedriger stellen, als es später zu berührende Rücksichten erheischen; denn das Geschoß, welches schon von einer sehr mäßigen Gasmenge in Bewegung versetzt ist, wird durch die außerordentlich schnell steigende Expansivkraft so leicht und schnell zur höchsten Geschwindigkeit übergeführt, daß ein verhältnißmäßig sehr unbedeutendes Rohrgewicht die verlangte Unverrückbarkeit erzeugen würde.

Die vorstehenden Sätze enthalten die für die Koncentration nothwendige Basis. Wir wissen aber aus dem vorigen Kapitel, daß die höchste Wirkung der Pulverkraft gegen das Geschoß, der höchste Ertrag derselben, nicht in der höchsten absoluten Kraft gegeben ist, vielmehr in der dem Widerstande des Geschosses entsprechenden Zerlegung derselben in die das Geschoß aus der Ruhe in Bewegung überführende Erstwirkung und in die das Werk derselben vollendende Nachwirkung (Beschleunigung). — Daraus folgt, wenn die Pulverkraft ihre volle Wirkung auf das Geschoß ausüben soll, daß

5. das Geschützrohr die bewegende Kraft so lange in Verbindung mit dem Geschoß erhalten muß, bis letzteres zur erforderlichen Anfangsgeschwindigkeit hin beschleunigt worden ist, d. h.
6. das Geschützrohr muß eine solche Länge erhalten, daß sich das Geschoß die zur erforderlichen Beschleunigung

unerläßliche Zeit in demselben bewegen kann, um die nachwirkende Pulverkraft aufzunehmen *).

Es wird nun die Koncentration der Pulverwirkung auf das Geschoß nur dadurch vollendet, daß das Pulvergas sich nicht auszudehnen vermag, ohne auf das Geschoß zu stoßen und dessen Beschleunigung zu verstärken, daß mithin kein Gasatom entweichen kann, ohne auf das Geschoß gewirkt zu haben. Mithin darf

7. die Bohrungsweite des Geschützrohres und demgemäß auch der Spielraum nur die in Bezug auf das Geschoß und die noch zu erörternden Elemente unerläßlichste Größe erhalten. Hieran knüpft sich:

8. Die Bohrung des Geschützrohres für die Bewegung des Geschosses (Fluges) muß cylindrisch sein und die Bohrungsaxe dem Geschoß die verlangte Richtung geben.

Die so erhaltene Koncentration der Pulverkraft auf das Geschoß wird, dieß liegt in der Natur der Gase begründet, wesentlich bedingt durch die Stärke, Gestalt und Richtung des Gasstromes gegen das Geschoß.

---

*) Wir ziehen hieraus beiläufig einen für die Praxis sehr wichtigen Schluß, daß man für eine gegebene Rohrlänge die Heftigkeit der Zündung oder, was dasselbe ist, die Einleitung der Gasentwickelung, nicht merklich verändern darf, ohne gleichzeitig die Ladungen zu ändern. Dieser Satz gilt in vorherrschender Strenge für die Kammergeschütze, namentlich von leichtem Kaliber. — Wir dürfen hier wiederholt darauf hindeuten, wie tief oft die scheinbar unbedeutenden Veränderungen in das innere Wesen der Elemente eingreifen und ihren endlichen Reflex, ihren Ausgangspunkt in der Wirkung, Wahrscheinlichkeit des Treffens 2c. finden müssen. Dieß macht die Einführung neuer Elemente, welche, für sich betrachtet, unbedingte Vorzüge mit sich bringen, schwierig, verwickelt und nicht immer vortheilhaft, sehr selten in dem erwarteten Grade.

Man wird deshalb beispielsweise die direkte Zündung der Ladung durch Zündhütchen nicht einführen können, ohne die ganzen Ladungs- und Elevationsverhältnisse merklich umzustimmen, namentlich bei kleinen Kalibern und vor allen Dingen bei Ladungen mit losem Pulver.

Je enger der Kanal ist, welchen das sich ausdehnende Gas durchströmen muß, um auf das Geschoß zu wirken, je dichter mithin das ausströmende Gas zusammengehalten wird, je kleiner die Angriffsfläche ist, mit welcher das Gas und das Geschoß sich berühren, desto kräftiger wird die Wirkung des Pulvers ausfallen *). Die Mündung dieses Kanales gibt die natürliche Verbindungsfläche der Ladung mit dem Geschoß, wohlverstanden der entwickelten Ladung, und mithin eben so die Größe der Angriffsfläche. Hieraus folgt:

9. Die Angriffsfläche der Ladung auf das Geschoß (Weite der Kammermündung) ist auf das zulässige Minimum zurückzuführen.

Die Gestalt der Gasströmung ist ein nicht weniger wichtiges Element, denn offenbar hängt von der Richtung des Stoßes gegen die Angriffsfläche des Geschosses die Größe seiner Wirkung ab. Der Kanal, welchen das Gas bis zum Geschoß hin zu durchströmen hat, bestimmt die Gestalt dieses Stromes und seine Richtung gegen die Angriffsfläche. Je länger dieser Kanal ist, je länger mithin die Gase durch ihn in einer bestimmten Richtung erhalten worden sind, desto stärker wird das Bestreben derselben sein, in der angenommenen Richtung zu verharren, desto länger und kräftiger wird ihre Nachwirkung auf das Geschoß sein, desto langsamer wird die Diffusion der Gase aus dem anfänglichen Strome erfolgen. Man würde aber diesen Ausflußkanal, welcher Ladung und Geschoß von einander entfernt, nicht ohne wesentliche Unbequemlichkeit für die Länge des Rohres und ohne Schwächung der Pulverkraft durch die Größe seines Raumes verlängern können, wenn man

---

*) Es verdient hier bemerkt zu werden, daß die Angriffsfläche des Pulvergases auf das Geschoß (Kammermündung) bei Hohlgeschossen nicht zu klein konstruirt werden darf, damit der Pulverstoß diese Geschosse nicht zerschellt, wie sich dieß bei sehr engen Kammern und bei geringer Eisenstärke der Hohlgeschosse ereignen kann.

nicht die Ladung in diesem Kanale selbst anbringt, denselben mithin zur eigentlichen Pulverkammer des Geschützes werden läßt *). Wir erhalten mithin:

10. Die Länge der Pulverkammer ist ein wichtiges Element für die Wirkung des Pulvers, namentlich aber für die beschleunigende Nachwirkung. Mit der Länge steht die Weite in direkter Beziehung.

Wir haben eben erwähnt, daß die Gestalt des Gasstromes die Größe seiner Wirkung bedingen wird. Offenbar wird diese Wirkung am größten sein, wenn alle Gasatome (wir möchten sie Gasfäden nennen) in einerlei Richtung gegen die Angriffsfläche (nicht Oberfläche des Geschosses) und zwar rechtwinklich gegen dieselbe bewegt sind. Hieraus folgt:

11. Die Pulverkammer muß cylindrisch gebohrt sein, und unmittelbar hieran reiht sich entsprechend den frühern Gesetzen:

12. Die Kammerare muß in der geradlinigen Verlängerung der Rohrare liegen.

Die beiden eben entwickelten Gesetze sind als unverletzliche Grundsätze zu erachten und werden als solche bei den spätern Erörterungen über die Länge der Kammern vorausgesetzt werden.

Es bedarf nur einer kurzen Andeutung, daß die cylindrische Kammer die konische sowohl in Bezug auf Stärke, als auch in Bezug auf Gleichförmigkeit des Pulverstoffes übertreffen muß.

Die parallele Bewegung der Pulvergase neben einander hin, wie sie durch die cylindrische Kammer gegeben ist (die parallele Lage der Gasfäden, um diese Bezeichnung noch einmal zu gebrauchen) macht die Dichtigkeit des Stromes nur von der durch die Länge bestimmten Weite des Kammerkanals abhängig,

---

*) Aus obigem Satze folgt die natürliche Unzulässigkeit sphärischer oder birnförmiger Kammern, wenn dieselben auch nicht so unbequem für die Konstruktion und Reinigung wären, abgesehen von ihrem wesentlich stärkern Rückstoße.

hält die Gase in gleicher Berührung und stärkerer Spannung gegen einander, und läßt sie unter gleichen Winkeln auf die Angriffsfläche stoßen. Die Kugeloberfläche lenkt nun zwar alle nicht central gegen sie treffenden Gasstrahlen je nach der Größe des Winkels, unter welchem sie einfallen, ab und bricht die Größe ihres Stoßes, allein dieß ist in noch weit höherem Grade bei der konischen Kammer der Fall. Diese Kammer veranlaßt von Hause aus das Auseinanderfließen der Gase, gewissermaßen das Aufschwellen und Lockerwerden der Gasfäden, und muß einen weit schwächern und ungleichförmigern Centralstoß (Kernstoß) geben.

Ein nach dem Geschoß hin sich verengender Ausflußkanal der Pulverkammer würde zwar den Gasstrom verdichten, aber auch die Bewegung der Gase um so mehr stören, in eine oscillirende, unregelmäßige verwandeln, je stärker die äußern Gasatome von den Kanalwänden nach dem Kerne des Stromes hingelenkt, hingebrochen würden. Die daraus folgenden Wallungen der elastischen Flüssigkeit würden den gleichförmigen Ausfluß unmöglich machen. Dieß ist ein neuer Grund, wenn es noch eines solchen bedürfte, die sphärischen und birnförmigen Kammern, wofern sie nicht sehr lange Ausflußkanäle erhalten, zu verwerfen.

Fassen wir den Inhalt dieses §. kurz und allgemein auf, so finden wir, daß die Koncentration und Gestaltung der Pulverkraft durch folgende Elemente der Geschützkonstruktion gegeben sind:

1. Zähigkeit, Festigkeit und Unveränderlichkeit des Geschützrohres, materielle Beschaffenheit desselben;
2. Totalgewicht des Geschützes, insbesondere Gewicht des Rohres;
3. Länge und Weite des Geschützrohres, speciell seines Fluges (Spielraum);
4. Länge und Weite der Pulverkammer.

Unverletzliche Grundsätze sind in allen Fällen:

1. Cylindergestalt des Fluges,
2. Cylindergestalt der Kammer und
3. Zusammenfallen der verlängerten Kammer- und Flugare.

Hiermit ist gleichzeitig die zweite vom §. 50 aufgestellte allgemeine Konstruktionsbedingung erfüllt.

Nicht weniger ist die dritte Bedingung des §. 50 hier bereits zum größten Theile erledigt, und sie ist offenbar als erfüllt anzusehen, wenn wir den Einfluß derjenigen Fläche der Kammer ermessen, welche die Stützfläche für den Gasstrom bildet und der Angriffsfläche gegenüber liegt, also den Einfluß des Kammerbodens auf die Entwickelung und Bewegung des Gasstromes, denn offenbar wird durch denselben nicht allein die erste Gasströmung eingeleitet, sondern auch die Rückwirkuug gegen die weitere Entwickelung und Bewegung hervorgerufen.

§. 52.

Der Boden der Geschützkammer.

Wir müssen, um die Wirkung des Kammerbodens zu erkennen, von dem Augenblicke ausgehen, wo die Entzündung, wie sie im vorigen Kapitel bestimmt worden, ihren Anfang nimmt, also voraussetzen, daß sie nach Maßgabe der Heftigkeit des Zündmittels so nahe, als möglich, am Boden Statt findet und in senkrechter Richtung gegen die Seelenare. Es ist mithin die Stellung des Zündlochs gegeben, und von der Mündung desselben in die Kammer geht die Zündung aus und verbreitet sich von diesem Punkte aus nach allen Seiten hin strahlenförmig, und zwar je nach der Heftigkeit des Zündmittels mit vorherrschender Schnelligkeit und Heftigkeit in der Richtung der Axe des Zündlochs, dessen Gestalt füglich nicht anders als cylindrisch angenommen werden kann, wenn man analog der Kammergestalt schließen will.

Wenn man sich unter diesen Voraussetzungen vorstellt, daß

der Boden von einer senkrecht gegen die Kammeraxe gestellten ebenen Fläche geschlossen wird, so wird die in der Richtung des Zündlochkanals am heftigsten Statt findende und sich verbreitende Entzündung von der dem Zündloch gegenüber liegenden untern Kammerwand je nach ihrer Heftigkeit mehr oder weniger heftig gegen das Zündloch zurückgelenkt und nicht, wie im vorigen Kapitel verlangt wurde, von Hause aus in die Richtung der beabsichtigten Ausdehnung übergeführt. Hieraus folgt einmal eine weit stärkere Rückströmung des entwickelten Gases durch das Zündloch nach Außen, so daß dasselbe einen weit stärkern Einfluß auf die Schwächung der Pulverkraft ausüben wird, und zwar einen Einfluß, welcher in der Wirklichkeit sehr veränderlich sein wird. Dann wird diese stärkere Rückströmung gegen das Zündloch, wie wir später noch näher sehen werden, ein stärkeres Bucken des Rohres auf der Richtmaschine erzeugen, und endlich wird diese Rückströmung die regelrechte Ausdehnung und Bewegung der Gase gegen das Geschoß, namentlich der zwischen dem Zündloch und Boden befindlichen, merklich stören und regelwidrige Strömungen im Gasfluidum verursachen. Dieser Einfluß des Zündlochs, welcher gleichsam das Gasfluidum in zwei Abschnitte vor und hinter dem Zündloche zertheilt, ist so bedeutend, daß man in der Praxis die Beobachtung gemacht hat, daß, je weiter das Zündloch vom Boden abgerückt wird, desto größer der Rückstoß ausfällt *), ein sichres Zeichen der

---

*) Nach französischen Versuchen zeigte sich der hier angedeutete Einfluß der Zündlochstellnng bei Gewehren deutlich, wurde jedoch bei den Geschützen wegen der stärkern Ladungen nicht sichtbar. Allein dennoch muß man denselben der Natur der Dinge gemäß als vorhanden und nachtheilig erachten, wenn er auch bei stärkern Ladungen unter der Gesamtwirkung stärkerer Elemente verschwindet oder vielmehr zu verschwinden scheint.

Wären alle übrigen Elemente genau geregelt gewesen, so würde auch der Einfluß der Zündlochstellung bei den Geschützen sichtbar geworden sein.

Diese Bedingung ist bei Anstellung und Beurtheilung von Versuchen besonders wichtig.

Trennung des Gasfluidums in zwei nach entgegengesetzten Richtungen wirkende Abschnitte und eine verstärkte Aufforderung, die Zündungsmittel beim Laden mit losem Pulver so wenig heftig zu machen, als es die übrigen Bedingungen zulassen.

Die Rückwirkung der vor dem Zündloch entwickelten Gase wird die am Boden befindlichen zusammendrücken und die Ausströmung aus dem Zündloche in lebhaftem Gange erhalten, da die Rückwirkung des senkrecht gegen die Axe der Kammer gerichteten ebenen Bodens dem von vorn her kommenden Drucke geradlinig entgegentritt, mithin die Gase nicht vom Zündloche ablenkt.

Fassen wir das eben Gesagte kürzer, so erhalten wir:

1. Der Kammerboden, d. i. der hintere Verschluß der Kammer, durch eine ebene, senkrecht gegen die Kammeraxe stehende Fläche gebildet, stört die regelrechte Entzündung des Pulvers, die anfängliche Ueberführung der Gase in die beabsichtigte Richtung, veranlaßt eine stärkere Rückwirkung gegen den Zündkanal, ein stärkeres Ausströmen des Gases aus demselben, schwächt mithin die Wirkung der Ladung und erzeugt einen stärkern Rückstoß.

Wollte man den Boden durch einen an die cylindrische Kammer gesetzten Kegel bilden, so würde man zwar einen Theil der eben genannten Mängel beseitigen, dafür aber nicht allein einen Theil der Kammer in eine bereits verworfene Form bringen und die damit verbundenen Mängel in den Kauf nehmen, sondern man müßte außerdem die Kammer auf eine sehr unbequeme Weise verlängern, wenn man auch von den sonstigen Folgen dieser Verlängerung für die Länge und das Gewicht des Rohres ꝛc. absehen wollte. Daher ist:

2. Der konische Kammerboden eine ungeeignete, unbequeme und nachtheilige Form.

Denkt man sich dagegen die Kammer mit einer Halbkugel geschlossen und den Zündlochkanal in diesen halbkugelförmigen

Boden einmündend, so sind alle die oben genannten Mängel der ebenen Bodenfläche fast ganz aufgehoben.

Die dem Zündloch gegenüberstehende gekrümmte Fläche der Halbkugel lenkt die gegen ihn stoßende Entzündung von Hause aus nach vorn ab und nicht auf das Zündloch zurück und die Rückwirkung der vor der Halbkugel in der cylindrischen Kammer befindlichen Gase, welche stets in der Richtung der Kammeraxe und parallel mit derselben erfolgen muß, wird von der Halbkugelfläche, gegen welche sie sich stützt, nach der Mitte, also vom Zündloche abwärts, zurückgelenkt. Die Rückwirkung des Bodens ist mithin bei der sphärischen Gestalt in jeder Hinsicht vortheilhafter und stört die geregelte Ausdehnung des Gases am wenigsten, während der Einfluß des Zündloches merklich geschwächt wird. Dabei gewährt die Halbkugelform des Bodens den leichtesten und geregeltsten Anschluß an die cylindrische Kammer, was weder beim Kugelabschnitte, noch weniger bei andern Kurven der Fall ist.*) Im Uebrigen werden andere Kurven, je mehr sie sich von der Halbkugel entfernen und dem Kegel nähern, in die Natur des letztern mit seinen Mängeln eintreten, während, wenn sie sich in entgegengesetzter Richtung der ebenen Fläche nähern, die Wirkung dieser Form mehr und mehr zu Tage treten wird. Hieraus schließen wir, ohne auf eine weitere Darlegung eingehen zu dürfen:

---

*) Es muß hier noch bemerkt werden, daß, wenn der Boden eine ebene Fläche bildet, an welche sich die Bohrung nur durch eine kurze Abrundung anschließt, die rückwirkenden Gase sich gleichsam in die am Boden entstehende Ecke einpressen und keilförmig auf Auseinandersprengen des Bodenstückes in der Diagonale der Ecke hinwirken, was man beim Springen der eisernen Röhre in der Regel bemerkt hat.

Betrachtet man dagegen den sphärischen Boden und die Richtung, in welcher er gegen die Rückwirkung des Pulvergases sich äußert, in welcher er gewissermaßen die Rückstrahlung des Pulvergases zurückwirft, so ist es augenscheinlich, daß der sphärische Boden die größte Haltbarkeit gewährt. Dies ergibt sich auch bei mathematischer Entwickelung und Piobert gibt die dafür entwickelte Formel an.

3. Der halbkugelförmige Kammerboden ist für die Entzündung, Gasentwickelung und Kraftäußerung der Ladung die günstigste Form, ist mit der schwächsten Rückströmung aus dem Zündloche, mit dem geringsten Einflusse desselben auf die Ladung und mit dem kleinsten Rückstoße verbunden.

Es bedarf kaum noch der Andeutung, daß die erste Entzündung bei gleichem Abstande des Zündloches vom Boden gegen die sphärische Bodenfläche die geringste Wirkung auszuüben vermag, so wie, daß, bei gleicher Entfernung des Zündkanales vom ebenen Boden und vom hintersten Punkte des halbkugelförmigen, die hinter dem Zündkanal befindliche Pulvermenge beim sphärischen Boden sehr bedeutend geringer sein muß, was in mehreren Beziehungen vortheilhaft ist.

§. 53.

Ueber den Einfluß des Geschützrohres auf gleichförmige Entwickelung der bewegenden Kraft.

Es ist offenbar, daß alle diejenigen Elemente der Geschützrohrkonstruktion, welche auf die Entwickelung der Pulverkraft überhaupt einen Einfluß haben, auch die gleichförmige Entwickelung derselben bedingen werden. Dieser Einfluß der Konstruktionsformen bleibt auch noch wirksam, wenn sie bereits fest bestimmt sind und als unveränderliche Größen, so weit diese Eigenschaft der Materie beigelegt werden kann und darf, angesehen werden können, obgleich in der Praxis immer noch eine so große Menge wirksamer Elemente veränderlich bleiben, so daß von Gleichförmigkeit im eigentlichen Sinne des Wortes niemals die Rede sein kann. Deshalb ist es so sehr nothwendig, bei der Bestimmung der Formen darauf zu rücksichtigen, daß sie auch nicht indirekt die ungleichförmige Wirkung der veränderlichen Elemente begünstigen dürfen. Wir haben in unsern bisherigen Entwickelungen diese wichtige Rücksicht stets vor Au-

gen gehabt und daraus Veranlassung genommen, mit einer gewissen Strenge auf Festhaltung bestimmter Formen hinzudeuten.

Was nun diesen Einfluß der Formen betrifft, so ist derselbe im Vorangegangenen entweder bereits erörtert und angedeutet, oder er wird im Spätern erledigt werden, so daß hier nur derjenige Einfluß zur Erörterung vorliegt, welcher durch die materiellen Eigenschaften des Geschützrohres bedingt wird.

Unter diesen Eigenschaften ist es die der Wärmeleitung, welche auf die gleichförmige Entwickelung der Pulvergase einen mächtigen Einfluß auszuüben vermag und eben so auf die Spannung derselben, so lange sie im Geschützrohre vorhanden sind. Der Einfluß der übrigen Eigenschaften ist dadurch erledigt, daß wir dem Material eine so große Härte und Zähigkeit beigelegt wissen wollen, daß sie die Unveränderlichkeit der gegebenen Formen voraussetzen lassen, während eben so selbstredend vorausgesetzt werden muß, daß das Material zum Rohre so schwer schmelzbar ist, um wenigstens innerhalb der Grenzen einer bedeutenden Schußzahl keine merklichen Veränderungen der Konstruktionsformen in die Rechnung ziehen zu müssen.

Durch die Eigenschaft der Wärmeleitung verpflanzt der Körper die von Außen her auf seine Oberfläche wirkende Wärme mehr oder weniger schnell durch seine ganze Masse, um dieselbe in gleiche Temperatur zu versetzen und so gewissermaßen das Gleichgewicht zwischen den seinen Atomen zukommenden Kohäsionskräften, oder eine gleichförmige Spannung seiner Materie herzustellen. Ist nun bei einem großen Wärmeleitungsvermögen gleichzeitig eine große Wärmekapazität der Materie vorhanden, so kann eine solche Materie um so mehr und länger Wärme von Außen aufnehmen, bevor sie um gleiche Temperaturgrade erhitzt wird. Hierauf beruht, beiläufig bemerkt, zum größten Theile die Eigenschaft größerer oder geringerer Schmelzbarkeit. Wenn nun die der erwärmten Oberfläche entgegengesetzte des Körpers die Ausstrahlung der ihr zuströmenden Wärme begün-

stigt, so wird ein solcher Körper, der guter Wärmeleiter ist und dabei große Wärmekapazität besitzt, zwar leicht erwärmt werden, aber gleichzeitig durch dieselbe Wärme nicht so stark, und er wird die empfangene Wärme schnell durch seine Materie hindurch wieder nach Außen hinführen und sich schneller auf den vorherigen Grad abkühlen. Ein schlechter Wärmeleiter wird dagegen die empfangene Wärme an der erwärmten Oberfläche anhäufen lassen und diese in eine um so höhere Temperatur versetzen, durch welche außerdem die erwärmte Oberfläche in ihrer materiellen und formellen Unveränderlichkeit merklich gefährdet werden muß. — Fassen wir nunmehr die ungeheure Hitze ins Auge, welche bei der Verbrennung des Pulvers frei wird, so ergibt sich unmittelbar:

1. Zum Materiale des Geschützrohres eignen sich nur gute Wärmeleiter, so wie solche, welche eine bedeutende Wärmekapazität besitzen, ehe sie sich ändern, also Metalle.

Offenbar entziehen diese Metalle dem Pulvergase bei jedem Schusse eine um so größere Wärmemenge und mithin auch Spannkraft, je schneller und kräftiger die mit dem Gase in Berührung tretende Rohrfläche Wärme verschluckt.

Je rauher diese Oberfläche und je größer sie ist, je bedeutender die an sie geknüpfte Materie des Rohres (Metallstärke) und je niedriger die Temperatur dieser Materie, desto größern Verlust an Wärme und Spannkraft erleiden die Pulvergase. Hieraus ergibt sich für die Fabrikation und Praxis.

2. Je glätter die Seele des Geschützes hergestellt und erhalten wird, desto weniger Verlust an Wärme und Spannkraft erleidet die Ladung.

Nicht so direkt läßt sich der Einfluß der Metallstücke behandeln, sobald man die Gleichförmigkeit der Wirkung ins Auge faßt.

Zwar verschluckt die größere Metallmasse bedeutend mehr Wärme, ehe sie auf eine gewisse Temperatur gebracht wird und,

wird für eine längere Reihe von Schüssen einen merklichen Wärmeverlust herbeiführen, allein dafür sind auch die Temperaturunterschiede des Metalls von Schuß zu Schuß, wenn eine gleichmäßige Schußpause vorausgesetzt wird, weniger verschieden, mithin auch die Wärme- und Kraftverluste. Rechnet man hierzu die Eigenschaft der Wärme, die Körper, namentlich die Metalle merklich auszudehnen, so werden die geringern Wärmeunterschiede auch geringere Aenderungen der hier zur Sprache kommenden Bohrungsmaße nach sich ziehen.

Hieraus folgt:

3. Die größere Metallstärke (größeres Gewicht) des Rohres begünstigt eine gleichförmige Wirkung der Pulverkraft.

Wäre man nunmehr im Stande, die Ausstrahlung der Wärme aus dem Rohre so zu befördern, daß die Temperatur von Schuß zu Schuß sich noch weniger ändern könnte, so würde man einen Schritt weiter zur Gleichförmigkeit gethan haben. *)

Es geht mithin aus obigem Gesetze hervor, daß die Schwächung der Metallstärken mehr als ein Bedenken hat, und wir werden deren auch noch mehrere kennen lernen, so daß es als eine Art praktischen Konstruktionsgrundgesetzes anzusehen ist, die Metallstärken nur bei dringendem Bedürfniß und

---

*) Es ist bekannt, daß die Ausstrahlung der Wärme um so lebhafter Statt findet, je rauher die ausstrahlende Oberfläche ist, so daß beispielsweise Metallcylinder sich doppelt so schnell abkühlten, wenn ihre glatt gedrehte Oberfläche mit trockner Leinewand umwickelt war. Wir haben dieß Beispiel, um nicht mißverstanden zu werden, nur gewählt, um den Einfluß der ausstrahlenden Oberfläche in gehöriges Licht zu setzen, keinesweges, um irgend einen Vorschlag zu machen, denn es ist unser Zweck, das Wesen der Dinge, ihren innern Zusammenhang zu ergründen und darauf Wahrheiten, Gesetze zu stützen, nicht aber Vorschläge zu machen. — Wenn diese Wahrheiten neue Ideen enthalten oder andeuten sollten, von denen ein vortheilhafter Gebrauch zu machen wäre, so ist dieß ein um so werthvollerer, wenn auch nicht beabsichtigter Erfolg.

wenn auf andern Wegen keine Hilfe zu erreichen ist, zu schwächen, vorher diese Angelegenheit aber ja nach allen Seiten und sehr gründlich zu beleuchten. Ein einziger Centner Geschützmetall kann eine sehr bedeutende Wärmemenge verschlucken und diese für die Gleichförmigkeit der Wirkung unschädlich machen, namentlich bei leichten Geschützröhren, bei Feldgeschützen aus Bronce aber vorzugsweise, weil diese Geschütze sich weit schneller erhitzen, eine weit geringere Wärmekapazität besitzen und die Wärme mehr als doppelt so schnell leiten als Eisen. Wie viel Wärme aber in ein Stück Metall hineingebracht werden kann, dieß möge aus dem Faktum erklärlich werden, daß eine braun glühende 24pfündige Kugel einen gewöhnlichen Eimer voll Wasser verdampfen kann, und Wasser ist bekanntlich derjenige Körper, welcher unter allen bekannten die höchste Wärmekapazität besitzt, mithin auch sehr viel verschluckt.

Wollen wir uns noch eine kleine Abschweifung erlauben, um ein neues Beispiel zu geben, in wie unzähligen Richtungen sich alle bei der Wirkung thätigen Elemente durchdringen, so deuten wir hier beiläufig auf den Einfluß hin, welchen gleich große Pausen zwischen den einzelnen Schüssen und lange Pausen (langsames Feuer) auf die Gleichförmigkeit der Pulverwirkung, mithin auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens ausüben werden.

So viel geht aus den vorliegenden Erörterungen dieses Paragraphen hervor, daß das Verhalten des Geschützrohrmateriales zur Wärme einen großen und eben so beachtenswerthen Einfluß auf die Gleichförmigkeit der Wirkung, auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens ausüben muß, daß mithin die Größe der Metallstärke auch in dieser Beziehung ein sehr wichtiges Element der Geschütz-Konstruktion ausmacht.

Was nun die fünfte allgemeine Bedingung des §. 50 anlangt, so ist die der verlangten Geschoßbewegung entsprechende

Verbindung und gegenseitige Lage der Ladung und des Geschosses durch die Lage der Kammeraxe zur Flugaxe gegeben.*)

*) Es wird nicht ohne Interesse sein, die Beziehungen der gebräuchlichen Geschützmetalle zur Wärme hier zusammenzustellen und gleichzeitig die Atomgewichte derselben anzugeben, um auch diese Beziehung zur Wärme hinzustellen.

I. Ausdehnung durch die Wärme.

Von 0—100° C. (Lavoisier).

Eisen = 0,0011 = $^1/_{901}$ (Guß)
Bronce = 0,0018 = $^1/_{550}$
Kupfer = 0,0017 = $^1/_{585}$.

Bei höhern Temperaturen nimmt die Ausdehnung zu, namentlich in der Nähe der Schmelzpunkte.

II. Wärmeleitungsvermögen, Gold = 1000 gesetzt.

Kupfer = 898,2
Eisen = 374,3

III. Spezifische Wärme (Wärmekapazität), Wasser = 1000

a. Von 0—100° C.

Eisen = 110—113
Kupfer = 94,9—95,1
Bronce = 55,7.

b. Von 0—300° C.

Eisen = 121,8
Kupfer = 101,3.

Die Wärmekapazität wächst also mit den höhern Temperaturen.

IV. Schmelzpunkte.

Schmiedeeisen 1600° C.
Graues Gußeisen 1200°
— — 1550° nach Daniell
Weißes — 1050°
Kupfer 1090°
Bronce etwa 900°

V. Atomgewichte.

Kupfer = 395,7
Eisen = 339,2.

§. 54.

Rückblick auf das Vorige und Begründung der nähern Entwickelung.

Wir haben in den vorangegangenen Paragraphen die allgemeinsten Konstruktionsgesetze, so weit sie sich aus den Rücksichten auf die Natur der bewegenden Kraft herleiten lassen, entwickelt und dadurch gewissermaßen eine für alle Geschützkonstruktionen gleich sehr giltige Grundlage geschaffen. Fassen wir diese Gesetze hier nochmals zusammen, so erhalten wir folgende Reihe allgemeiner Grundsätze:

I. Das Rohr muß durch seine materiellen Eigenschaften (Festigkeit, Zähigkeit, Härte, Schmelzbarkeit ꝛc.) der Hitze und Expansivkraft des Pulvers Widerstand leisten, um die gegebenen Formen und Maße so unveränderlich als möglich festzuhalten.

II. Das Geschütz muß durch sein Totalgewicht, vorzugsweise aber durch das Gewicht des Rohres der Rückwirkung des Pulvers einen so großen Widerstand entgegenrücken, um seine Lage so lange unverändert zu behaupten, so lange sich das Geschoß im Rohre befindet (Proportion zwischen dem Bewegungsmomente des Geschosses, Gewicht desselben multiplizirt mit der Anfangsgeschwindigkeit und dem Gewichte des Rohres; hierher gehörige Elemente sind: Gewicht des Geschosses, Größe der Ladung, Heftigkeit des Pulvers ꝛc.)

III. Das Rohr muß so lang sein, daß das Geschoß dem Pulver Zeit läßt, seine beschleunigende Nachwirkung auf das noch im Rohre bewegte Geschoß auszuüben.

IV. Der Spielraum muß auf sein zulässiges Minimum gebracht werden.

V. Die Kammer und der Flug müssen Cylinder sein und eine und dieselbe gerade Linie zur Axe haben.

VI. Der Boden der Kammer muß halbkugelförmig abgerundet sein.

VII. Das Zündloch muß im halbkugelförmigen Boden so nahe als zulässig am hintersten Punkte des Bodens stehen und senkrecht gegen die Kammeraxe. (Siehe das vorige Kapitel.)

VIII. Das Zündloch muß so enge als möglich und cylindrisch gebohrt sein.

IX. Das zum Rohre gewählte Material muß ein sehr guter Wärmeleiter sein und eine sehr große Wärmekapazität besitzen. (Schwer schmelzbares Metall.) Mithin eiserne Geschütze besser als broncene, welche sich schneller erhitzen als erstere, die die Wärme nicht so schnell leiten und eine größere Wärmekapazität besitzen.

X. Flug und Kammer müssen sehr glatt gebohrt werden.

XI. Die Metallstärke des Rohres ist so groß als irgend zulässig zu konstruiren.

Die vorstehenden Gesetze beziehen sich nur auf die innern Eigenschaften des Rohrmateriales, auf die allgemeinste Begründung des Rohrgewichtes und der Formen für Kammer und Flug, und enthalten außerdem noch Form und Stellung des Zündloches, so wie die Größe des Spielraumes als gegebene Größen.

Die nähere Einrichtung der Geschützröhre ist aus andern Bedingungen herzuleiten, welche sowohl die innere Einrichtung des Rohres als die Länge des Fluges, die Länge und Weite der Kammer und die Verbindung beider, wie auch die äußere, als Vertheilung des Metalls um Kammer und Flug, die Vorrichtungen zum Richten des Rohres (Schildzapfen, Hinterwucht, Vorderwucht, Visirlinie, Korn, Visir, Aufsatz ꝛc.) die Vorrichtungen zur Handhabung (Henkel, Traube), so wie die Verzierungen zur Bezeichnung der Metallstärken betreffen.

Diese speziellern Bedingungen können sich offenbar nur auf die Gestaltung der Flugbahnen beziehen, welche das Geschütz hervorzubringen bestimmt ist, so wie auf besondere Beziehungen

und Zwecke des Geschützes, und sie sind nicht früher mit der erforderlichen Entschiedenheit und Reinheit zu entwickeln, bevor nicht jene eben vorangestellten Gesetze aus dem Wesen der bewegenden Kraft und der allgemeinen Bestimmung des Geschützrohres als Grundlage hergeleitet sind.

§. 55.

Ueber den Einfluß der Flugbahngestalt auf die Konstruktion des Geschützrohres im Allgemeinen. Geschützgattungen.

Die Flugbahngestalten werden bekanntlich erzeugt durch die verschiedenen Kombinationen der Anfangsgeschwindigkeiten mit den Elevationen, und man kann dieselben in zwei Hauptklassen scheiden: flachgestreckte Flugbahnen, gegeben durch starke Anfangsgeschwindigkeiten und geringe Elevationen, und stark gekrümmte, gegeben durch geringe Anfangsgeschwindigkeiten und große Elevationen. In der Praxis schalten sich zwischen diesen beiden Grundformen eine Reihe von Flugbahngestalten ein, welche einen fast ununterbrochenen Uebergang bilden, so daß eine eigentliche Abgrenzung nur theoretisch gegeben ist, in der alleinigen Absicht, den Erörterungen einen bestimmten Halt zu verleihen.

Die erste der beiden Grundformen, starke Anfangsgeschwindigkeit und verhältnißmäßig geringe Elevation, fordert selbstredend starke Ladungen, und zwar starke Ladungen in Bezug auf das Gewicht des Geschosses.

Wie schnell nun auch die Entzündung und Verbrennung der Ladung verläuft, so muß man immer seine Betrachtung an den dazu erforderlichen Zeitverbrauch knüpfen und sich die Wirkung der Elemente, welche die Kraftäußerung der Ladung begründen, an eine gewisse Zeitfolge geknüpft vorstellen. Mag der Unterschied noch so gering ausfallen, so gebrauchen starke Ladungen unzweifelhaft eine längere Zeit zur vollständigen Entzündung und Verbrennung, als schwache, und hieraus geht ohne Weiteres hervor:

1. Starke Anfangsgeschwindigkeiten und geringe Elevationen bedingen längere Geschützröhre, damit die starken Ladungen sich vollständig zersetzen können, ehe das Geschoß die Seele verlassen hat.

Dieser Grundsatz allein würde, wenn die Verbrennungszeiten nur unmeßbar kleine Unterschiede zeigten, also auch geringe Längenunterschiede der Röhre bedingten, noch nicht die Nothwendigkeit verschiedener Geschützgattungen begründen, denn man würde die große Unbequemlichkeit verschiedener Geschützgattungen durch verhältnißmäßig geringe Opfer gern umgehen.

Weil aber starke Ladungen, in derselben oder in einer kaum größern Zeit zersetzt als sehr kleine, durch die außerordentlich große Menge gleichzeitig expandirender Gase eine so furchtbare Wirkung auf das Geschützrohr äußern müßten, daß dasselbe kaum in genügender Dauer herzustellen wäre, so müssen sich an den Gebrauch starker Ladungen gleichzeitig folgende Bedingungen knüpfen:

2. Bei starken Ladungen muß die Zersetzung in Gase verhältnißmäßig langsamer erfolgen und die beschleunigende Nachwirkung auf das Geschoß stärker hervortreten.
3. Starke Ladungen fordern ein grobkörniges Pulver, so daß die Verbrennung des Kornes länger andauert, um eine stärkere Nachwirkung zu geben.

Im natürlichen Gegensatze hierzu ergeben sich:

4. Geringe Anfangsgeschwindigkeiten und große Elevationen verlangen kürzere Geschützröhre.
5. Geringe Ladungen müssen vorherrschend durch den ersten Stoß gegen das Geschoß wirken und vermögen nur eine geringe Nachwirkung auf das bewegte Geschoß auszuüben, sie müssen daher verhältnißmäßig schneller zusammenbrennen, um mit der Gesamtkraft auf das noch unbewegte Geschoß zu wirken.
6. Zu schwachen Ladungen muß feinkörniges Pulver genom-

men, die Auflösungszeit des einzelnen Kornes verringert werden.

Hieraus ergibt sich die Nothwendigkeit für beide Grundformen verschiedene Rohrlängen zu konstruiren, und so gelangt man zu den beiden Grundklassen der Geschützröhre: Kanonen für flachgestreckte und Mörser für starkgekrümmte Flugbahnen.

Zwischen den durch diese beiden Geschützgattungen erzeugbaren Flugbahnen liegt aber ein so großer Raum, eine so große Reihe ergiebiger, wirkungsreicher Flugbahnen, daß die Artillerie den größten Theil ihrer Fügsamkeit in die verschiedenartigsten Gefechtsverhältnisse verlieren würde, wenn sie auf jene beiden Geschützarten beschränkt bliebe. Um diese große Lücke auszufüllen, hat man ein Uebergangsgeschütz, die Haubitze, geschaffen, welche für mittlere Anfangsgeschwindigkeiten und mittlere Elevationen konstruirt werden muß, so daß sie sich bald den flachen, bald den stärker gekrümmten Flugbahnen zu nähern vermag.

So wie das Verhältniß zwischen dem Gewichte der Ladung und demjenigen des Geschosses die Länge des Geschützrohres und seine ganze Gebrauchsweise begründet, so wird dasselbe auch selbstredend die ganze Einrichtung, die Konstruktionsdetails, sowohl die innern als auch die äußern bedingen, und wir erhalten demnach als ein allgemeines Gesetz der Artillerie:

7. Das Größenverhältniß zwischen Ladung und Geschoß ist die Grundlage jeder Geschützkonstruktion und muß als gegeben vorausgesetzt werden.

Da wir in Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Charakter unsrer Betrachtungen nur die allgemeinen Relationen zwischen den einzelnen Elementen festzustellen und daraus allgemeine Gesetze zu entwickeln haben, so können wir uns auch hier nicht auf bestimmte Größenverhältnisse stützen, sondern wir gehen wieder auf die durch die Ladung gegebene Anfangsgeschwin-

digkeit zurück, deren allgemeines Verhältniß wir festhalten. Weil aber Zusammengehöriges, wie Anfangsgeschwindigkeit und Ladung, Anfangsgeschwindigkeit bezüglich Elevation niemals getrennt werden kann, ohne die Betrachtung zu stören, die nothwendige Freiheit der Schlußfolgen zu beschränken, so wird auch nie von der Anfangsgeschwindigkeit gesprochen werden, ohne gleichzeitig ihre Ursache, die Ladung und ihre Beziehung zur Elevation vorauszusetzen und ins Spiel zu bringen.

§. 56.

Ueber die Kanonen im Allgemeinen.

Die Kanonen haben die Bestimmung, flachgestreckte Flugbahnen zu erzeugen, werden deshalb im Verhältniß zum Gewicht ihrer Geschosse stark geladen und machen nur einen beschränkten Gebrauch von der Elevation. Die Schußarten, welche durch Kanonen hervorgebracht werden können, sind hiernach der Bogenschuß (flache), Rollschuß, flache Rikoschettschuß, Demontirschuß, Brescheschuß, Enfilirschuß, die glühende Kugel, der Kartätsch- und Shrapnellschuß. Die Natur dieser Schußarten ist auf eine konstante, in Bezug auf Geschoßgewicht und Entfernung verhältnißmäßig starke, für alle Schußarten bei demselben Kaliber, mit Ausnahme derer, welche einen für sich stehenden Zweck erfüllen sollen, wie Rikoschettschüsse, glühende Kugeln ꝛc., meist gleich große oder doch wenig verschiedene Ladung und auf eine innerhalb enger Grenzen variable, gering gehaltene Elevation gegründet.

Hieraus folgt:

1. Die größte der für ein und dasselbe Kanon bestimmten Ladungen ist die Grundlage seiner Konstruktion.
2. Die Konstruktion muß diese Ladung zur vollen Wirkung auf das Geschoß bringen, so lange sich dasselbe noch im Rohre befindet.
3. Zur Erzeugung einer gleichförmigen Pulverwirkung (Er-

zielung der größten Wahrscheinlichkeit des Treffens) muß das Kanon nicht sowohl die für die größte Ladung, der Haltbarkeit und Dauer gemäß, eben ausreichende, sondern die noch mit andern Rücksichten vereinbar größte Metallstärke erhalten.

Das zweite der eben aufgestellten allgemeinen Konstruktionsgesetze enthält die Grundlage der innern Einrichtung (Seele) des Kanonenrohres, das dritte dagegen die äußern Anordnungen.

Wenn es aus dem zweiten Gesetze erhellt, daß die Länge des Kanonenrohres zum vorherrschend wichtigsten Elemente seiner Konstruktion wird, so ist es nicht weniger einleuchtend, daß eine zu große, wie zu kleine Länge, sobald sie von der richtigen merklich abweicht, auch einen merklichen Nachtheil für die Wirkung des Geschosses herbeiführen muß. Wir werden noch im Spätern näher besprechen, welchen Einfluß die durch den Spielraum, die Excentrizität des Geschoßschwerpunktes und die Schwerkraft bedingten Geschoßanschläge im Rohre auf die Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens ausüben.

Die Zahl dieser Kugelanschläge ist von der Rohrlänge abhängig, wenn Spielraum ꝛc. als gegebene Größen dastehen, die Rohrlänge gelangt mithin unter diesen Verhältnissen zu einem sehr verstärkten Einflusse auf die Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens.

Hieraus folgt zuvörderst als weitere Entwickelung des zweiten Gesetzes:

4. Die Länge des Kanonenrohres ist auf das durch die stärkste Ladung bedingte Minimum zu beschränken.

Wenn wir in der Praxis merkliche Abweichungen von diesem Gesetz bei solchen Geschützen wahrnehmen oder doch wahrzunehmen glauben, welche aus Scharten feuern, deren Erhaltung gegen das eigene Feuer eben so wichtig, als ihre Herstellung gefährlich und mit Opfern verknüpft ist, auf deren Erhaltung aber die Möglichkeit zu wirken sich stützt, so ist dies nicht allein

ein neuer Beweis, daß, wenn es Sache der Theorie ist, ihre Gesetze bestimmt zu entwickeln und aufzustellen, der Praxis es obliegt, diese Gesetze zum höchsten Totalerfolge zu kombiniren, sondern man darf auch nicht vergessen, daß es in der Wirklichkeit bei der großen Zahl ungleichförmig bleibender Elemente niemals möglich sein wird, das Minimum der Rohrlängen so genau zu bestimmen, daß der Praxis nicht noch ein ziemlich großer Spielraum für die Wahl von Rohrlängen bliebe, ohne der Wirkung offenbar entgegen zu treten. Und wäre selbst dieses letztere der Fall, so handelt es sich immer erst um das Verhältniß des Opfers an Wirkung und desjenigen, welches der Erhaltung der Scharten gebracht werden kann. Derselbe praktische Maßstab ist an die nachfolgenden Sätze zu legen, deren Aufstellung für die allgemeine Charakteristik der Kanonennatur nothwendig ist:

5. Eine merkliche Abweichung von der zur Grundlage der Konstruktion genommenen Ladung bedingt eine merkliche Abnahme der Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens und eine merkliche Aenderung des Verhältnisses zwischen Ladung und Elevation.

6. Die Kanonen vertragen mithin keinen bedeutenden Ladungswechsel ohne Nachtheil für ihre Wirkung.

Hieraus folgt unmittelbar:

7. Die Kanonen sind sehr eingeschränkt im Gebrauche der Flugbahngestalten, sie besitzen eine geringe Fügsamkeit der Wirkung. Mithin ist auch:

8. Die Wirkung der Geschosse aus Kanonen in unmittelbarer Abhängigkeit von der Konstruktion der Geschützröhre.

Folglich:

9. Der Begriff: Wirkung des Geschützes erlangt bei der Konstruktion der Kanonen seine höchste Bedeutung.

Wir würden, ginge dieser letzte Schluß nicht schon aus dem Vorstehenden mit genügender Bestimmtheit hervor, im Spä-

tern erkennen, daß bei keiner andern Geschützgattung die Wirkung der Geschosse und die Wahrscheinlichkeit des Treffens so eng an die Konstruktion der Geschützröhre geknüpft sind, wie bei den Kanonen, bei welchen die Flugbahnen eine so wenig verschiedene Form annehmen, während bei den andern Geschützgattungen der größere Wechsel in den Flugbahngestalten diese auch zu dem vorherrschenden Elemente der Geschoßwirkung und der Wahrscheinlichkeit des Treffens macht. — Schon im Voraus dürfen wir darauf hindeuten, daß die Haubitzen, wenn sie ein wahrhaftes und richtig konstruirtes Mittelgeschütz zwischen den Kanonen und Mörsern bilden, die von der Geschützkonstruktion isolirteste Geschoßwirkung erzeugen werden, ein Vorzug, auf welchem offenbar der höchste Werth dieser Geschützgattung beruhet. Hierin muß die Entscheidung des artilleristischen Problemes, eines der wichtigsten unserer Zeit, nämlich die Entscheidung über die Länge der Haubitzen und die hieran geknüpfte Frage über die Gestalt der Kammer gesucht werden.

Bevor wir nach dieser allgemeinen Charakteristik der Kanonen und der daran geknüpften Hindeutung auf die Mörser und Haubitzen näher auf die Konstruktion der Kanonen eingehen, müssen wir noch eine für alle spätern Fälle giltige Bemerkung voranschicken. Diese Bemerkung betrifft die Festigkeit und Haltbarkeit.

Man muß es offenbar als einen unumstößlichen Grundsatz ansehen, daß die Festigkeit und Haltbarkeit in allen denjenigen Fällen als bereits gegebene und den gewählten Formen entsprechende Größen vorausgesetzt werden müssen, wo diese Eigenschaften den vorherrschenden Zweck der Formen nicht ausmachen dürfen, wo sich vielmehr an die Konstruktionsformen bestimmte und die ganze Konstruktion in erster Instanz hervorrufende, also auch vorherrschend bedingende Zwecke knüpfen.

Wenn es sich also z. B. um die innere Gestaltung der Geschützröhre, um die Form und Abmessungen der Seele, mit

einem Worte um die Begründung der Wirkung durch die Konstruktion des Geschützes, um die Realisirung seines Urzweckes handelt, so müssen die Rücksichten der Haltbarkeit, der Festigkeit vor der Bestimmung der durch die Wirkung bedingten Formen völlig zurücktreten, um die freie Wahl der Form zu behaupten. Ist die der Wirkung entsprechendste Form gefunden, so tritt erst die Aufgabe hervor, an die gegebene Form die nothwendige Festigkeit und Dauer zu knüpfen.

Es muß als der größte Fehler, als das nachtheiligste Hinderniß der Konstruktion gemieden werden, bei der Bestimmung der durch den eigentlichen Zweck der ganzen Konstruktion bedingten Formen die Rücksichten der Festigkeit und Dauer einzumischen, dadurch das ganze Ziel der Konstruktion umzustimmen, ihre Reinheit zu untergraben und die Formen zu verfälschen.

Hieraus entspringt ein für alle Geschützkonstruktionen giltiger Grundsatz:

Für die innere Einrichtung der Geschützröhre ist die Form das allein giltige Prinzip, für die äußere dagegen die Festigkeit und Dauer das vorherrschende.

Dieser Grundsatz muß als die stillschweigende Bedingung einer jeden Konstruktion angesehen werden, denn durch ihn nur ist die Möglichkeit einer dem vorgesetzten Zwecke entsprechenden Konstruktion gegeben.

§. 57.

Ueber die Kammer der Kanonen.

Der allgemeine Zweck aller Geschützkammern ist es, die Ladung aufzunehmen, ihre Entzünduug, Verbrennung zu begünstigen, die entwickelten Gase gegen das Geschoß hinzulenken und ihre Kraftäußerung in der beabsichtigten Richtung zum höchsten Ertrage zu bringen.

Die Frage über die Gestalt der Kammer und ihres Bodens, über ihre Lage zum Fluge des Geschützrohres und über

die Stellung des Zündloches ist bereits im Vorigen entschieden, und wir haben als Basis der Kammerkonstruktion:

1. Die Kammer muß die Cylindergestalt erhalten und ihr Boden halbkugelförmig abgerundet sein.
2. Die Kammerare muß in der Verlängerung der Flugare liegen.
3. Das Zündloch mündet in den Boden und so nahe als zulässig am Endpunkte des Kammerbodens.

Es handelt sich mithin nur noch um die Bestimmung der Bohrungsweite und Länge der Kammer, so wie um den Anschluß derselben an den Flug.

Wenn die Kammer die Kraftäußerung der Ladung zum höchsten Ertrage bringen soll, so muß sie die entwickelten Gase so lange in möglichster Dichtigkeit erhalten, ihnen so wenig als möglich Freiheit sich auszudehnen gestatten, bis sie zur Wirkung auf das Geschoß gelangen.

Hieraus folgt als allgemeines Konstruktionsgesetz:

4. Die Bohrungsweite der Kammer muß der Größe der Ladung, der Heftigkeit der Entzündung (des Zündmittels) und Verbrennung (dem Verhältniß zwischen Erst- und beschleunigender Nachwirkung des Pulvers) und dem Gewicht des Geschosses entsprechen.

In näherer Ausführung ergeben sich aus diesem Gesetze:

5. Je größer die Ladung, desto weiter die Kammer.

Wir haben früher ein Gesetz kennen gelernt, nach welchem es nothwendig ist, die Entzündungszeit so viel als zulässig von der Größe der Ladung unabhängig zu machen, damit die stärkere Ladung nicht durch die längere Zeit, deren sie zur vollständigen Entzündung bedarf, an der Kraftäußerung einen verhältnißmäßig zu großen Verlust erleidet, damit also die Kraftäußerung nicht in einem zu geringen Verhältnisse zur Zunahme der Ladung wächst. Damit durch die beschleunigte Entzündung die zunehmende Stärke der Ladung nicht eine verderbliche Größe

und Heftigkeit der Wirkung erreicht, nimmt man zu den starken Ladungen ein gröberes, langsamer verbrennendes, nachwirkendes Pulver. Erinnern wir uns des früher über diese beiden Elemente Gesagten, so müssen wir die Größe des Pulverkornes als die Basis der Nachwirkung des Pulvers, und die Heftigkeit und Größe der ersten Entzündung (Menge der im ersten Augenblicke entzündeten Körner und entwickelten Gase) als das Mittel, Erst- und Nachwirkung des Pulvers beliebig zu proportioniren, festhalten und behandeln. Dann muß aber auch die zur Entzündung der ganzen Ladung verbrauchte Zeit unabhängig von der Größe der Ladung gemacht werden. Hieraus ergibt sich die Nothwendigkeit, die stärkere Ladung heftiger (Zündmittel) zu entzünden und gleichzeitig eine größere Schicht derselben (mehr Körner) in Brand zu setzen. Mithin:

6. Je heftiger die Entzündung erfolgen, je heftiger das Zündmittel sein soll, desto weiter die Kammern.

Es bedarf keiner weitern Darlegung, daß, je mehr Gase im ersten Augenblicke entwickelt werden, je schneller mithin die Entzündung verläuft und je gleichzeitiger die ganze Verbrennung erfolgt, desto weiter die Kammer sein muß, um die Expansivkraft der Gase in das vortheilhafteste Verhältniß von Erst- und Nachwirkung zu bringen.

7. Je schwerer das Geschoß im Verhältniß zu der Ladung ist, je mehr es also den im ersten Augenblicke entwickelten Gasen Widerstand leistet, ehe es sich in Bewegung setzt und den Gasen Platz macht, desto enger darf die Kammer sein.

Die Kanonen bedürfen für die Zwecke ihrer Wirkung im Verhältniß zu dem Gewicht ihrer Geschosse der stärksten Ladungen, der zulässig heftigsten Zündmittel, und ihre Geschosse setzen sich am leichtesten in Bewegung, verlangen daher auch eine um so stärkere und andauerndere Nachwirkung. Diese letzte Bedin-

gung kann nur dann vollkommen erfüllt werden, wenn das Geschoß in der Kammer selbst Platz finden und sich darin so lange bewegen kann, als die Nachwirkung der Gase nothwendig ist.

Denn soll die Nachwirkung der Gase auf das bewegte Geschoß mit der erreichbar höchsten und gleichmäßigen Größe fortdauern, so darf den Gasen bei ihrem Austritt aus der Kammer keine plötzliche und merkliche Ausdehnung gestattet sein.

Hieraus ergibt sich:

8. Die Kammer der Kanonen muß den Durchmesser des Fluges zur Bohrungsweite erhalten, d. h.
9. Die Kanonen müssen durchweg gleich weit gebohrt sein.

Die Frage über die Länge der Kammer ist nunmehr keine andere als die, ob die Geschosse und wie weit sie von den Ladungen entfernt im Rohre gelagert werden sollen.

Da nun die Kanonenkugeln ihres im Verhältniß zur Ladung und zur Spannkraft der im ersten Augenblicke einer heftigen Entzündung entwickelten Gase geringen Gewichtes wegen gleich in Bewegung gerathen, so würden sie sich um so leichter und schneller der beschleunigenden Nachwirkung entziehen, je mehr sie von Hause aus von der Ladung entfernt, der Mündung genähert würden. Hieraus folgt:

10. Die Ladung muß die Kammer vollkommen ausfüllen, also die Form derselben und ihre Weite zur Stärke erhalten.
11. Die Ladung muß nur die nothwendigste Länge erhalten, also so fest und dicht geschichtet sein, als es die übrigen Rücksichten erlauben.
12. Die Kugel muß dicht an die Ladung herangerückt werden.

Hierdurch erhält die Pulverkammer der Kanone die jedesmalige Länge der Ladung *).

---

*) Man hat in neuester Zeit nach Piobert bei Versuchen in Frankreich gefunden, daß verlängerte Kartuschen ohne Nachtheil für die Schuß-

§. 58.

Ueber die Seelenlänge der Kanonen.

Da nach dem vorangehenden Paragraphen Kammer und Flug eine und dieselbe Bohrung erhalten und im Frühern bereits über die cylindrische Gestalt der Kammer und des Fluges entschieden ist, so gehen wir nunmehr unmittelbar zur Frage über die Seelenlänge der Kanonen über.

Es ist im Frühern entwickelt worden, daß bei den Kanonen des im Verhältnisse zur Größe der Ladung und zu der ersten Gasentwickelung (Entzündung) geringen Gewichtes der Geschosse wegen eine kräftige Nachwirkung des Pulvers auf das Geschoß den wesentlichsten Theil der Kraftäußerung der Ladung begründen muß. Die Leichtigkeit, mit welcher das Geschoß sich aus seinem Lager fortschieben läßt, würde der vollen Kraftäußerung der Ladung hinderlich werden, wenn nicht erstens die Entzündung der stärkern Ladung kräftiger eingeleitet und zweitens die Nachwirkung durch eine angemessene Größe und resp. längere Brennzeit des Kornes begründet würde. Hieraus geht hervor:

---

weiten eine merklich geringere Einwirkung gegen das Geschützrohr gezeigt, dasselbe außerordentlich konservirt haben.

Diese Erscheinung, welche mit dem eben ad 10 entwickelten Gesetz in Widerspruch zu stehen scheint, läßt sich sehr gut dadurch erklären, daß man in neuerer Zeit im Allgemeinen zu feinkörniges und auch zu starkes, namentlich zu heftiges Pulver anwendet, wodurch der erste Stoß gegen das Geschoß zu stark und zu heftig ausfällt und gleichzeitig die Geschützröhre zu sehr angreift. Diese Ansicht scheint sich noch durch den Umstand zu bestätigen, daß trotz der durch die Verlängerung der Kartuschen vorgerückten Kugel die Schußweiten nicht abgenommen haben, woraus hervorgeht, nicht sowohl, daß die Kanonen zu lang waren, als vielmehr, daß das Pulver zu viel Erstwirkung und zu wenig Nachwirkung gehabt hat. Man wird dasselbe Resultat erhalten, wenn man größere Körner und ein dichteres Pulver zu den Ladungen wählt, ein langsameres Zusammenbrennen erzeugt.

1. Die Größe des Pulverkornes steht mit der Seelenlänge in direkter Beziehung.
2. Man kann deshalb nicht beliebig für gegebene Seelenlängen die Größe des Pulverkornes wählen.
3. Lange Geschützröhre verlangen gröberes Pulver als kurze.

Diese Beziehung zwischen der Seelenlänge und der Körnergröße des Pulvers tritt in voller Klarheit zu Tage, wenn man sich einen Augenblick vorstellen wollte, daß die Ladung nicht aus Körnern, sondern aus einem nach der Kammergestalt geformten Pulverkörper bestände. Diese große ungetheilte Pulvermasse würde noch lange nicht verbrannt sein, wenn das Geschoß bereits die Seele von gewöhnlicher Länge verlassen hätte. Also nicht allein die Größe der Ladung, sondern auch die Länge der Seele steht mit der Größe des Pulverkornes in direkter Beziehung.

Wenn nun bei den verhältnißmäßig leicht zu bewegenden Kanonenkugeln der größte Theil der bewegenden Kraft durch die beschleunigende Nachwirkung, durch ein grobes Pulverkorn, erzeugt werden muß, so ist es offenbar zur Erzeugung einer kräftigen und wo möglich trotz der fortrückenden Kugel gleichförmig fortwirkenden Beschleunigung nothwendig, daß die fortbrennenden Pulverkörner in jedem nächsten Augenblicke so viel Gase entwickeln und der bewegten Kugel nachschieben, daß der durch die fortgerückte Kugel entstandene größere Raum für die wirkungslose Ausdehnung der Gase die Spannkraft derselben und mithin auch die Schnelligkeit ihrer Bewegung nicht zu schwächen vermag.

Weil nun aber die Verbrennung je nach der Entzündlichkeit des Pulvers, je nach der Heftigkeit der Gasbildung und je nach der dabei sich entbindenden Hitze einen sehr beschleunigten Verlauf annimmt, so folgt daraus, daß, so lange die Verbrennung dauert, die Menge sowohl, wie auch die Spannkraft der Gase in weit höherem Grade zunehmen, als der schwächende Einfluß des durch die fortrückende Kugel wachsenden Raumes

für die freie und wirkungslose Ausdehnung der Gase. So wie die Verbrennung vollendet ist, so wie mithin die bei der Verbrennung erzeugte Hitze und die Spannkraft, mithin auch die Geschwindigkeit der Gasbewegung abnehmen, so nimmt auch die beschleunigende Nachwirkung ab, so daß die mit wachsender Schnelligkeit entweichende Kugel bald nur noch einen schwachen Druck von den immer matter werdenden Gasen empfangen kann, der endlich ganz aufhört, wenn die Kugel die Geschwindigkeit der Gase gewonnen hat. Würde man diesen Zeitpunkt zum Maßstabe der Seelenlänge machen, so würden die Geschützröhre, namentlich die Kanonen, nicht allein eine alles gewöhnliche Maß übersteigende Länge erhalten und zu unbrauchbaren Kolossen anschwellen, sondern man würde auch schon bei einer weit geringern Rohrlänge eine merkliche Abnahme der Schußweiten und Anfangsgeschwindigkeiten zu Tage fördern.

Diese Abweichung von dem obigen Gesetze der natürlichen und freien Zunahme der Geschoßgeschwindigkeit durch die volle Ausbeutung der beschleunigenden Pulverwirkung hat nicht allein ihren Grund in der früher entwickelten Grenze für die Zunahme der Anfangsgeschwindigkeit, in dem schnell wachsenden Luftwiderstande, sondern auch und in viel höherem Grade darin, daß erstens die Kugel im Rohre keiner freien Bewegung fähig ist, vielmehr an den Wänden der Seele Reibung erleidet und die vor der Kugel befindliche, durch die Seelenwände an der freien Zertheilung gehinderte, mithin stärker widerstehende Luftsäule verdrängen muß, und daß zweitens die Kugel mehr oder weniger heftige Anschläge an den Seelenwänden macht. Diese Kugelanschläge entstehen durch den unvermeidlichen Spielraum zwischen der Seele und dem Geschoß, und ihre Heftigkeit ist abhängig von der Excentrizität des Geschoßschwerpunktes *), von

---

*) Mithin ist bei koncentrischer Lage des Schwerpunktes die Rotation des Geschosses unter sonst gleichen Umständen am schwächsten und somit auch deren Einfluß auf die Kugelanschläge.

der Excentrizität des Pulverstoßes, mithin von der Heftigkeit der dadurch erzeugten Rotation und von der Lage des Schwerpunktes in Bezug auf die Richtung der Schwerkraft (Schwerpunkt oben, Schwerpunkt unten) d. h. von dem Winkel, unter welchem das Geschoß aus der Richtungslinie des Pulverstoßes abweichen möchte. Lag der Schwerpunkt oben, so wird die nach oben ausweichende Kugel durch die Schwerkraft herabgedrückt, also einen kleinern Abweichungswinkel, als sonst geschehen würde, annehmen, während bei der entgegengesetzten Lage die Schwerkraft den natürlichen Abweichungswinkel vergrößert. Die Kugel wird daher im erstern Falle unter einem spitzern Winkel gegen die entsprechende obere Seelenwand getrieben und weniger Anschläge im Rohre machen als im zweiten Falle, wo sie steiler gegen die untere Seelenwand gepreßt und steiler von derselben abgestoßen häufiger im Rohre anschlagen wird. Diese Anschauungsweise wird nichts Befremdendes an sich tragen, wenn man daran denkt, daß im ersten Augenblicke der Bewegung das Geschoß eine sehr geringe Geschwindigkeit hat, die Schwerkraft mithin auch einen um so merklichern Einfluß auf die Richtung der erstern Abweichung aus der Stoßrichtung des Pulvers ausüben muß.

Abgesehen davon, daß die Zahl und Heftigkeit der Anschläge der Dauer der Geschütze, der Gleichförmigkeit der Wirkung und der Trefffähigkeit des Geschosses sehr nachtheilig entgegentritt, so wird auch die Zahl und Heftigkeit der Anschläge die beschleunigende Nachwirkung des Pulvers sehr bald unwirksam machen.

Hieraus folgt zuvörderst:

4. Der natürliche Grenzpunkt der Rohrlänge ist da gegeben, wo die Zunahme der Geschoßgeschwindigkeit durch die beschleunigende Nachwirkung des Pulvers mit der Abnahme derselben durch die Kugelanschläge ins Gleichgewicht tritt.

Da aber schon früher ein Zeitpunkt eintreten wird, wo die

Zunahme der Geschoßgeschwindigkeit so gering ist, daß der daraus folgende unmerkliche Gewinn an Anfangsgeschwindigkeit, Stoßkraft und Schußweite durch die mit größern Rohrlängen verbundenen Nachtheile weit überwogen wird, so folgt:

5. Der praktisch zulässige Grenzpunkt der Rohrlänge ist da gegeben, wo mit der zunehmenden Seelenlänge kein werthvoller Gewinn an Anfangsgeschwindigkeit, Stoßkraft und Schußweite verbunden erscheint.

Aus dem vorstehenden allgemeinen Grundgesetz über die Seelenlänge folgt nunmehr als Schlußgesetz über die Seelenlänge der Kanonen:

6. Die Seelenlänge der Kanonen muß auf Grund einer gegebenen Ladung und einer gegebenen Größe der Pulverkörner so proportionirt werden, daß mit einer größern Seelenlänge keine für den Zweck des Geschützes beachtenswerthe Zunahme der Anfangsgeschwindigkeit, Stoßkraft und Schußweite verbunden bleibt.

In diesem Gesetz ist die Verbindung zwischen der Rohrlänge und der durch den Zweck festgestellten und ermäßigten Wirkung gegeben. Die Kriegserfahrung entscheidet über das nothwendige Maß der Wirkung und die Theorie hat die Konstruktionsverhältnisse danach zu regeln.

Gleichzeitig ergibt sich aus unsern Betrachtungen, daß es jenseits der eben bestimmten Seelenlänge für Kanonen noch Längen gibt, welche zwar keinen merklichen Gewinn an Wirkung mit sich führen, aber doch auch keinen wesentlichen Nachtheil. Wenn nun eine bedeutendere Länge des Rohres durch die Eigenthümlichkeiten seines Gebrauches (hinter Scharten) sehr wünschenswerth und für die Bewegung nicht zu hinderlich wird, so wie, wenn man es für werthvoll erachtet, in außerordentlichen Fällen die Ladung verstärken zu können, so gewährt jene für die Wirkung unschädliche Verlängerung der Seele den für die Konstruktion erforderlichen Spielraum.

Wir würden die Frage über die Rohrlänge nicht allseitig und vollständig zur Erörterung bringen, wenn wir nicht den innern Zusammenhang zwischen der Rohrlänge, der Rotation des Geschosses (Excentricität des Schwerpunktes) und dem Spielraume entwickelten, und es erscheint deshalb hier der geeignetste Ort zu sein, die nähere Betrachtung dieser Elemente für den vorliegenden Zweck der Geschützkonstruktion einzuschalten.

§. 59.

Einfluß der Rotation auf das Geschützrohr.

Erinnern wir uns des früher über die Rotation Erörterten, so wissen wir, daß, je weiter der Schwerpunkt und Mittelpunkt des Geschosses von einander abliegen, je weiter mithin die Rotationsaxe vom Durchmesser des Geschosses abgerückt ist, je ungleicher die Wirkungen der Schwungmassen (Gewichte multiplizirt mit den Schwungradien) werden, desto stärker ist die Neigung des Geschosses, aus der Richtung des Pulverstoßes nach der Seite hin auszuweichen, wo der erste Pulverstoß gegen das ruhende Geschoß den größten Widerstand, das größte Gewicht findet. Mithin nehmen mit der zunehmenden Excentrizität des Geschoßschwerpunktes sowohl der Abweichungswinkel der Geschoßbewegung aus der Richtung der bewegenden Kraft oder die Steilheit und Zahl der Kugelanschläge, als auch die das Geschoß ablenkende Kraft, die Heftigkeit der Kugelanschläge zu.

Hieraus folgt, wenn wir diesen Satz mit der Rohrlänge kombiniren.

1. Die Geschosse werden für lange Röhre um so ungeeigneter, je mehr ihr Schwerpunkt sich von dem Mittelpunkte entfernt *).

---

*) Hierin liegt ein Grund, daß mit dem Gebrauche der Hohlgeschosse aus kurzen Kanonen wegen der größern Eccentricität des Schwer-

2. Für gegebene Geschosse müssen die dafür zu konstruiren-den Geschützröhre nach Maßgabe der Excentrizität des Geschoßschwerpunktes unter die sonst gegebene Rohrlänge verkürzt werden.

Kombiniren wir dagegen die Wirkung der Schwerkraft mit derjenigen der Excentrizität des Geschoßschwerpunktes und setzen wir gleichzeitig gegebene Geschützröhre und gegebene Geschosse voraus, gleichviel, ob sie in Bezug auf die hier berührten Elemente für einander konstruirt sind oder nicht, so erhalten wir:

3. Für den Gebrauch aus langen Röhren muß der Schwerpunkt des Geschosses stets nach oben gerückt werden.

Es bedarf keiner nähern Andeutung, wie wichtig es für die Gleichförmigkeit der Geschoßbewegung im Rohre, der daraus entspringenden Anfangsgeschwindigkeiten, Abgangswinkel der Geschosse, Schußweiten und der Wahrscheinlichkeit des Treffens sein muß, die Zahl, Steilheit und Heftigkeit der Kugelanschläge so viel als möglich herabzudrücken, und es ist nicht weniger einleuchtend, daß dieses eben so für Kanonen wie für die andern Geschützgattungen giltig ist.

Wenn man die außerordentliche Zahl und innere Verwickelung der Elemente ins Auge faßt, von welchen die Gleichför-

---

punktes bei Hohlgeschossen eine merkliche Abnahme der Wahrscheinlichkeit des Treffens bei gleichen Entfernungen sichtbar wird, weshalb auch bei kurzen Kanonen nur für die mittlern und kleinen Entfernungen des Festungskrieges die Anwendung der Hohlgeschosse vortheilhaft ist. Und alsdann ist es rathsam, den Schwerpunkt des Geschosses oben zu legen, wie es im 3ten Gesetz des §. 59 verlangt ist.

Daß man bei langen Röhren den Einfluß der Schwerpunktslage des Geschosses wegen der zum Geschoßgewichte verhältnißmäßig starken Ladungen, wegen der Geschoßanschläge u. s. w. nicht deutlich hervortreten sieht, sofern die Schußweiten allein als maßgebend erachtet werden, ist natürlich. Dagegen ist die Seitenabweichung der Geschosse eine Folge der Kugelanschläge im Rohre und diese wieder die unmittelbare Wirkung der Geschoßexcentricität, ein sicherer Beweis, daß sich die Schwerpunktslage selbst bei langen Röhren geltend zu machen weiß.

migkeit der Geschoßbewegung abhängig ist, wenn man beachtet, wie schwer, ja wie es fast unmöglich ist, den Einfluß eines einzelnen Elementes aus der Totalität der Erscheinungen herauszufühlen, abzutrennen, zu beobachten und zu messen, so wird Niemand geneigt sein, aus der Erfahrung, daß die Schwerpunktslage bei Kanonen keine merklich verschiedenen Schußweiten erzeugte, den Einfluß der Schwerpunktslage auf die Geschoßbewegung und Wahrscheinlichkeit des Treffens abzuschätzen. Man kann daraus nur folgern, daß alle verschiedenen Elemente beachtet werden müssen und daß die Pflege eines einzelnen Elementes um so geringere Erfolge mit sich bringt, je mehr noch andere Elemente und je stärker sie ins Spiel treten. So wie in der Totalität der Erscheinung, der Wirkungen, der erstrebte Enderfolg gegeben ist, so ist auch in der allseitigen, richtig zugemessenen und gleichzeitigen Pflege aller Wirkungselemente der Weg zum merklichen, erfolgreichen Fortschritte, zum klaren Auffassen des Bedürfnisses gegeben.

Darum erscheint es uns auch so nothwendig und ersprießlich, daß die Wissenschaft auf das Aeußerste bemüht ist, dem innern Zusammenhange der Dinge und ihrer verborgensten Wechselwirkung und Berührung nachzuspüren, sie aufzuklären und in den natürlichen Zusammenhang zu bringen.

Wir dürfen es schließlich wohl nur andeuten, welchen Einfluß die Geschoßanschläge auf die gute Erhaltung der Seele, also auch auf die Wirkung der spätern Schüsse haben müssen.

§. 60.

Einfluß des Spielraumes auf das Geschützrohr.

Durch den Spielraum entweicht ein Theil der entwickelten Pulvergase, ohne für die Bewegung des Geschosses mitgewirkt zu haben; der Spielraum schwächt mithin nach Maßgabe seiner Größe die Wirkung der bewegenden Kraft, weshalb bereits der §. 51 das Gesetz aufstellte, den Spielraum auf sein zu-

lässiges Minimum zurückzuführen. Es handelt sich nunmehr noch darum, den Einfluß des Spielraumes auf die Bewegung des Geschosses im Rohre zu würdigen und seine Beziehung zu dem letztern festzustellen.

Ein Theil der zuerst entwickelten Gase wird über das noch ruhende Geschoß hinwegstreichen, während die übrigen auf die Bewegung des Geschosses hinwirken. Die über das Geschoß fortfließenden Gase werden ihrer Expansivkraft entsprechend dasselbe gegen die untere Seelenwand um so heftiger pressen, je komprimirter sie sind und in je größerer Menge sie über dasselbe hinweg entweichen können. Hieraus folgt:

1. Je heftiger die erste Entzündung erfolgt, je mehr Gase im ersten Augenblicke entwickelt werden, je mehr Gase mithin und je komprimirter sie am Geschoß anlangen und zum Theil darüber hinwegstreichen, desto geringer muß der Spielraum konstruirt werden.
2. Je schneller das Pulver verbrennt, je komprimirter mithin die entwickelten Gase auf das bewegte Geschoß stoßen, desto geringer muß der Spielraum werden, wenn eine kräftige Nachwirkung auf das Geschoß erfolgen soll.

In diesen Gesetzen drückt sich die Beziehung zwischen dem Spielraum und der Entzündung und Verbrennung des Schießpulvers (Heftigkeit des Zündmittels und Entzündlichkeit des Pulvers) aus, welche wir zur allseitigen Begründung der Frage über den Spielraum voranschicken mußten.

Offenbar wird die Heftigkeit der Kugelanschläge mit der Zunahme des Spielraumes wachsen, und es bedarf nur der Andeutung, wie störend die zunehmende Heftigkeit der Anschläge für die geregelte und gleichförmige Bewegung der Geschosse, für die Wahrscheinlichkeit des Treffens und für die Erhaltung des Geschützrohres werden kann.

Dagegen nimmt mit der Größe des Spielraumes unter

sonst gleichen Umständen und bei gleicher Rotationsablenkung die Zahl der Kugelanschläge ab. Wir erhalten also:

3. Mit der Größe des Spielraumes wächst die Heftigkeit der Kugelanschläge, und

4. Mit der Größe des Spielraumes nimmt die Zahl der Kugelanschläge ab.

Aus den beiden vorstehenden Relationen des Spielraumes geht hervor, daß es für eine gegebene Rohrlänge eine Größe des Spielraumes geben muß, bei welcher die nachtheilige Wirkung der zunehmenden Heftigkeit der Kugelanschläge durch die verringerte Zahl derselben wieder ausgeglichen wird. Jeder kleinere, wie jeder größere Spielraum muß eine ungeregeltere Geschoßbewegung im Rohre, eine geringere Anfangsgeschwindigkeit, eine geringere Schußweite und eine geringere Wahrscheinlichkeit des Treffens geben.

Je heftiger und quantitativer die erste Entzündung und die nachfolgende Verbrennung Statt finden, um so mehr wird mit dem wachsenden Spielraume die Heftigkeit der Kugelanschläge gesteigert, um so verhältnißmäßig größer wird der Einfluß der zunehmenden Heftigkeit sein, um so weniger wird denselben die verringerte Zahl der Anschläge auszugleichen vermögen; je schwächer dagegen die Erstwirkung und je größer und andauernder die beschleunigende Nachwirkung sind, zu desto stärkerem Einflusse gelangt die verminderte Zahl der Kugelanschläge.

Aus diesen Erörterungen ergibt sich:

5. Für jede gegebene Rohrlänge gibt es eine bestimmte Größe des Spielraumes, welche die Schußweite und Wahrscheinlichkeit des Treffens am meisten begünstigt.

6. Das längere Rohr (welches für eine stärkere und länger dauernde Nachwirkung des Pulvers, für eine schwächere Erstwirkung konstruirt ist) fordert einen größern Spielraum *).

*) Diesem Gesetz tritt die naheliegende Idee, den Spielraum wo

Endlich fügen wir zu diesen Sätzen noch den Schluß:

7. Durch den Spielraum gelangt ein Theil der Pulvergase vor das Geschoß und wirkt störend und verzögernd auf die Bewegung und Beschleunigung desselben ein.

Hieraus folgt:

8. Der störende Einfluß der vor dem Geschoß hereilenden Gase auf die Bewegung desselben muß zum minimo gemacht werden.

§. 61.

Ueber die Gestalt der Geschützmündung.

Die Gase, welche durch den Spielraum dem Geschoß vorauseilen, werden bei ihrem Streben nach Ausdehnung sich, so wie sie vor dem Geschoß angelangt sind, sogleich dem ihnen nunmehr gewährten größeren Raume gemäß ausdehnen, und es tritt ihrer Ausdehnung nach der Mündung hin die in der Seele vorgelagerte Luftsäule entgegen, welche sie nach Maßgabe der ihnen noch innewohnenden Spannkraft mehr oder weniger heftig aus dem Rohre zu drängen streben.

Je mehr nun Gase vor das Geschoß getreten und je komprimirter sie sind, je heftiger und schneller mithin ihre Spannkraft gegen die Luftsäule wirkt, desto stärkern Widerstand setzt

---

möglich ganz fortzuschaffen, entgegen. Allein einmal ist es einleuchtend, daß diese Idee sich überhaupt nur bei sehr kurzen Geschützröhren, und zwar nur bei Kammergeschützen, ausführen läßt, wobei es selbstredend zur Bedingung wird, die Pulverwirkung, so weit es irgend geht, auf die Erstwirkung gegen das Geschoß zurückzuführen. Für Kanonen bliebe daher diese Idee, selbst wenn auch alle übrigen hierbei ins Spiel tretenden Rücksichten es zuließen, in ihrer vollen Reinheit immer unausführbar.

Dann ist aber auch zweitens zu bedenken, daß, wenn der Spielraum auf der einen Seite die Wirkung des Pulvers schwächt, derselbe auch auf der andern Seite die Unregelmäßigkeiten der Pulverwirkung schwächen muß, daß mithin durch die Fortschaffung des Spielraumes keineswegs ein völlig unbedingter Gewinn erreicht zu werden braucht.

Jedenfalls müssen noch mehrere günstige Bedingungen mitwirken, so daß diese wichtige Angelegenheit nicht ohne Weiteres ins Werk zu setzen ist.

diese Luftsäule der sie verdrängenden Kraft entgegen. Diesem Luftwiderstande gemäß wirken die Gase dem dahinter befindlichen vorwärts drängenden Geschosse entgegen und verzögern dessen Beschleunigung.

Außerdem aber entsteht durch das Ueberfließen der dem Geschosse voraneilenden Gase über die Kugeloberfläche eine der geregelten Geschoßbewegung nachtheilige Wallung des Gasfluidums quer gegen die Richtung der Geschoßbewegung, welche um so heftiger und störender wirkt, je stärker die Reaktion der Luftsäule ist.

Es kommt mithin darauf an, diese Reaktion der Luftsäule zu vermindern, und dafür gibt es nur ein Mittel, nämlich die Erleichterung ihres Ausströmens aus dem Geschützrohre durch angemessenes Austrichtern der Mündung.

Es ist nämlich Thatsache, daß wenn man durch eine cylindrische Röhre bläst, die ausströmende Luft sich von der Mündung ab unter einem Winkel von etwa 13 Graden ausbreitet *).

Wenn man nun dieser natürlichen Ausdehnung komprimirter Gase gemäß die Mündung austrichtert, so erleichtert man ihre Ausströmung aus den cylindrischen Röhren und vermindert die Reaktion der Luftsäule und Gase gegen das bewegte Geschoß.

Da aber, wenn diese Austrichterung sich über einen zu großen Theil der Seelenlänge erstreckte, die beschleunigende Kraft der dem Geschoß nachfolgenden Gase durch die Erweiterung der Seele gemindert würde, sobald das Geschoß in dem Bereich des Trichters anlangt, so folgt daraus, daß die Austrichterung sich

---

*) Auf diesem Gesetz beruhet z. B. die Konstruktion der Blase-Instrumente, deren Tonhöhe davon abhängt, in welchem Verhältnisse das Instrument sich erweitert. Je geringer die Erweiterung ist, je mehr die Luft in ihrem Austritte aus dem Instrumente, in ihrer natürlichen Ausdehnung gehindert ist, desto höher, schrillender wird der Ton, und umgekehrt. Wie viel mächtiger muß nicht dieser Einfluß der zusammengepreßten Luft in den Geschützröhren bei der so schnell erfolgenden Expansion der Pulvergase ausfallen! —

nur bis zu dem Punkte erstrecken darf, wo sich der Gewinn durch die leichtere Ausströmung der vor dem Geschoß befindlichen Gase und Luft mit dem Verluste an beschleunigender Nachwirkung der dem Geschoß folgenden Gase ausgleicht.

Die Reaktion der Luftsäule ist abhängig von ihrer Länge, also von der Länge des Rohres, von der Menge nnd Spannkraft der dem Geschoß vorangeeilten Gase, also von der Größe des Spielraumes, von der Heftigkeit und Quantität der ersten Entzündung und von der Heftigkeit der Verbrennung, denn hiervon wird die Schnelligkeit abhängen, mit welcher die entwickelten Gase die des bewegten Geschosses übertreffen, mithin dem Geschoß durch den Spielraum voraneilen.

Wir folgern hieraus:

1. Die Mündung des Geschützes ist unter einem Winkel von 13 Graden auszutrichtern.
2. Die Austrichterung muß so weit in die Seele hineinreichen, daß der Verlust an beschleunigender Nachwirkung auf das Geschoß mit dem Gewinn durch verminderte Reaktion gegen dasselbe ins Gleichgewicht kommt.
3. Je länger das Rohr, je größer der Spielraum ist, und je heftiger die Entzündung und der Verlauf der Verbrennung Statt finden, je mehr die Geschwindigkeit der Gasausdehnung die des bewegten Geschosses übertrifft, desto länger muß das Rohr ausgetrichtert werden.

Der verstorbene General v. Helvig hatte diese Idee durch einen praktischen Versuch geprüft und dabei die Erfahrung gemacht, daß die Geschütze mit ausgetrichterten Mündungen geringere Schußweiten gaben und an Wahrscheinlichkeit des Treffens gewannen.

Die geringern Schußweiten seines Geschützes erklären sich dadurch, daß er sein Geschütz auf eine zu große Länge austrichterte, indem er die im zweiten Gesetze entwickelte Gleichgewichtsgrenze überschritt, und daher viel mehr an der beschleu-

nigenden Wirkung auf das Geschoß verlor, als er durch den leichtern Austritt der Luft aus dem Rohre gewann. Kam hierzu noch der wahrscheinliche Umstand, daß das angewendete Pulver, wie alle in früherer Zeit fabrizirten, eine weniger heftige Entzündung und Verbrennung erlitt, so mußte jener Verlust an Beschleunigung noch merklicher werden, der Gewinn durch leichtern Austritt dagegen geringer, weil die Beschleunigung des Geschosses nicht so heftig erfolgte, der Luft mehr Zeit zum Austritt gegeben war, und weil auch weniger Gase vor das Geschoß traten.

Die größere Wahrscheinlichkeit des Treffens mit seinem Geschütz ist eben so leicht erklärlich. Erstens darf man annehmen, daß die geringere Menge und Heftigkeit der vor das Geschoß getretenen Gase die Bewegung desselben weniger hinderten und störten, die heftigen Gaswallungen vor dem Geschoß zum großen Theile wegfielen. Zweitens fiel der letzte und heftigste Aufschlag des Geschosses im Rohre auf eine geneigte Fläche, und das Geschoß wurde durch denselben weniger aus der beabsichtigten Richtung abgelenkt, mochte der Aufschlag oben, oder unten, oder an den Seiten Statt finden; denn die geneigte Fläche verminderte den Winkel des Kugelanschlages, mithin den Abgangswinkel von der ausgetrichterten Seelenwand, also auch die Ablenkung aus der Flugbahn.

Die Austrichterung ist mithin ein wirksames Gegenmittel gegen die ablenkende Wirkung der Geschoßanschläge im Rohre. Folglich:

4. Die ausgetrichterte Mündung verringert die Ablenkung des Geschosses aus der beabsichtigten Richtungslinie durch den letzten Anschlag um den halben Trichterwinkel ($6\frac{1}{2}^{o}$), oder vermindert die Zahl der Kugelanschläge, wenn der Anschlagswinkel nur $6\frac{1}{2}^{o}$ oder weniger beträgt.
5. Die Austrichterung der Mündung vermindert die heftige

Wirkung des Anschlages auf die Mündung und begünstigt die Dauer derselben.

Man verwarf die Helvigschen Geschütze wegen der verringerten Schußweiten, ein Nachtheil, welcher umgangen worden wäre, wenn der General v. Helvig die Austrichterung nach den dabei mitwirkenden Elementen proportionirt hätte. Man verlor deshalb auch die damit verbundenen Vortheile, welche in den von uns entwickelten Gesetzen angedeutet sind *).

§. 62.

Ueber die Metallstärke der Kanonen.

Durch die Stärke des Metalls, mit welchem man die nunmehr der Form und Größe nach gegebene Seele umhüllt, wird den Forderungen entsprochen, welche man unter den Begriffen Festigkeit, Haltbarkeit und Dauer aufzustellen pflegt. Man darf jedoch, um diese Begriffe in ihrer vollen Bezugnahme zur ganzen Konstruktion irgend welcher Art, namentlich zur Waffenkonstruktion, zu würdigen, nicht übersehen, daß sie in ihren Forderungen stets die Wirkung, uud zwar die gleichförmige Wirkuug und deren Erhaltung als die erste und höchste Instanz erachten. Die Metallstärke der Geschütze würde weit geringer ausfallen, wenn es nur darauf ankäme, das Zersprengen und Zerreißen der Röhre durch die Spannkraft der Pulvergase für eine sehr lange Reihe von Schüssen zu verhüten, denn es liegt unstreitig

*) Die Verwerfung des Helvigschen Kanons, wie die Sache zu jener Zeit stand, kann nicht befremden, und es ist erklärlich, daß, selbst wenn man auch den hohen Werth einer gesteigerten Wahrscheinlichkeit des Treffens zu jener Zeit nicht weniger, als heute, würdigte, die geringere Schußweite und die daran geknüpfte geringere bestreichende Kraft des Geschoßfluges, für Feldgeschütze namentlich, mit Recht Bedenken erregen mußte.

eine weit höhere Forderung in der Aufgabe, durch die Metallstärke eine lange dauernde Gleichförmigkeit der Wirkung zu erzeugen. Sind daher diese letztern Forderungen durch die Konstruktion erfüllt, so sind die Rücksichten der Festigkeit, Haltbarkeit und Dauer bei Weitem überschritten; es bleibt diesen mithin keine andere Bestimmung übrig, als diejenige der äußern Form der Metallstärke.

Die durch eine lange Reihe von Schüssen andauernde Gleichförmigkeit der Wirkung ist als die äußerste und höchste Forderung an die Metallstärken zu erachten und würde diese zu einer ungewöhnlichen Abmessung steigern, wenn nicht die unerläßlichen Rücksichten der Handhabung und Bewegung entgegenwirkten. Die Aufgabe der Metallproportionirung des Geschützes ist daher, die Metallstärken so zu bestimmen und anzuordnen, daß sie für eine verlangte Reihe von Schüssen (Nutzeffekt des Geschützrohres) das als unerläßlich erachtete Maß von Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens sicher stellen. Das aus dieser Aufgabe entstandene Geschützrohr und sein Gewicht sind als gegebene Größen zu erachten, für welche durch geschickte, wo möglich theoretisch-begründete, mechanische Einrichtungen das höchste Maß der Handlichkeit (Schildzapfen, Richtmaschine, Henkel, Traube, Laffetirung ꝛc.) und das höchste Maß der Beweglichkeit (Gewicht und Form der Laffetirung, Fahrzeugkonstruktion ꝛc.) zu erstreben bleiben.

Dies ist und bleibt der natürliche Gang für die Konstruktion und für die Kritik, auf keinem andern kann die erstere zum höchsten Totalerfolge und die letztere zu einem wohlbegründeten und vollständigen Urtheile gelangen.

In der Wirklichkeit müssen demnach, um die Konstruktion brauchbar, d. h. möglich zu machen, die Forderungen der Wirkung auf das als unerläßlich anerkannte Minimum derselben herabgedrückt werden, um zu den geringsten Metallstärken zu

gelangen, welche dem Geschützrohre seinem Zwecke entsprechend gegeben werden dürfen *).

Gehen wir nunmehr zur Würdigung der aus der Wirkung entspringenden Rücksichten, so finden wir, daß die Gleichförmigkeit der Wirkung an die gleichförmige Erhaltung der Form und Abmessungen der Seele geknüpft ist.

Die Zähigkeit, Härte und Schwerschmelzbarkeit des Geschützmetalles, mit welchen sich eine gleichförmige Dichtigkeit und Textur desselben vereinigen müssen, begründen die Unveränderlichkeit der Form. Wie selten sich die genannten Eigenschaften in dem erforderlichen Maße dem Geschützmetall zugesellen lassen, wie schwierig es ist, so bedeutenden Metallmassen, wie sie Geschützröhre fordern, gleichförmige Textur und Dichtigkeit zu verleihen, lehrt die Erfahrung, und sie lehrt nicht weniger, daß unsre bisherigen Geschütze noch weit hinter dem unerläßlichsten Maße der Unveränderlichkeit zurückstehen, vielmehr sichtbar und dann naturgemäß mit steigender Schnelligkeit die anfängliche Form und Reinheit der Seele verlieren (Ausbrennen, Ausschießen, Schußstreifen, Kugellager, Kugelanschläge ꝛc.).

---

*) Für die Konstruktion erscheint es mit Rücksicht auf die leicht erklärlichen Schwierigkeiten bei Behandlung der wirklichen Materie und der mannichfachen Anforderungen an die Konstruktionen am rathsamsten, sich zuerst eine Laffetirung zu verschaffen, welche bei ausreichender Festigkeit so leicht als möglich konstruirt ist, und alsdann für diese Laffete das Rohr so schwer zu konstruiren, als es das Totalgewicht von Rohr und Laffete bedingt.

Für diese Konstruktionsmethode werden die später zu besprechenden Gesetze der Laffetirung noch neue Gründe aufstellen, von welchen wir hier nur den wichtigsten aufstellen wollen, daß sowohl das Rohr, als die Laffete am wenigsten angegriffen werden, je leichter die Laffete vor dem Rückstoße des Rohres zurückweicht. Das Geschützrohr muß in jedem Falle die Rückwirkung des Pulverstoßes ertragen können, wenn anders der Schuß mit der beabsichtigten Kraft und Wirkung erfolgen soll, es kommt also nur darauf an, das Ausweichen der Laffete vor dem Rückstoße des Geschützrohres zu erleichtern, um die Laffete, so wie das Geschützrohr, namentlich die Schildzapfen desselben, zu schonen.

Bei jedem Schusse ändern sich die Abmessungen der Seele und des ganzen Rohres. Die vom Geschützrohr den Gasen des verbrennenden Pulvers entzogene Wärme dehnt das Metall aus, je nach der Höhe der dadurch erzeugten Temperatur desselben. Der normale Spielraum wird vergrößert und selbst die Form der Seele muß, wenn auch noch so unmerklich, verzogen und unrichtig werden, weil die ungleiche Dichtigkeit und Textur eine ungleiche Ausdehnung veranlassen müssen. Folgt der nächste Schuß dem vorangegangenen früher, als die Temperatur des Rohres zur ursprünglichen zurückgesunken ist, so geschieht derselbe unter merklich verschiedenen Umständen. Die höhere Temperatur entzieht seiner Ladung weniger Wärme, läßt den Pulvergasen eine höhere Temperatur, also auch Spannung, und die veränderte Form und Abmessung der Seele ändert die Gestalt und Größe des Spielraumes und aller an denselben geknüpften Erscheinungen *). Mit einem Worte: die gleichförmige Wirkung und die Sicherheit des Treffens bleiben im strengen Sinne des Wortes eben so unerreichbare Ziele, als sie der unausgesetztesten und unermüdlichsten Sorgfalt bedürftig sind.

Wie einflußreich daher das Gewicht des Rohres, seine Vermehrung oder Verminderung, in der wichtigsten aller Richtungen, in Bezug auf gleichförmige Wirkung des Pulvers, auf Erhaltung der Seelenform, auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens einzuwirken vermag, leuchtet bei einer strengen Untersuchung der Sache stark genug hervor.

Ueberall tritt die Regel zu Tage: **Man mache seine Geschützröhre so stark und schwer an Metall, als irgend möglich.**

---

*) Wie einflußreich die Wärmeentziehung auf die Spannkraft und Wirkung der Gase und gasförmigen Körper sein kann, geht aus der Sorgfalt und dem Erfolge hervor, womit man bei Dampfmaschinen die Kessel und Cylinder in gleichförmiger Temperatur erhält.

Wenn wir auf die eben gepflogenen Betrachtungen zurückgehen, so ergeben sich etwa folgende Schlüsse:

1. Eine gleichförmige Textur und Dichtigkeit des Geschützmetalls sind wesentliche Bedingungen für die Erhaltung der richtigen Seelenform.
2. Die Erhaltung der normalen Abmessungen der Seele ist geknüpft an die Größe der Metallstärken (Gewicht des Rohres), an die Zähigkeit, Härte und Schwerschmelzbarkeit des Geschützmetalls.
3. Der Guß großer Metallmassen gibt nur eine sehr unvollkommene, ungenügende Bürgschaft für gleichförmige Textur und Dichtigkeit.
4. Man muß deshalb in der Größe der Metallstärke das einzige Hilfsmittel zur Erreichung genügender Gleichförmigkeit der Wirkung erblicken.

Gehen wir nunmehr zur Anordnung des Metalls über der Seelenform über, so geschieht diese nur nach den Gesetzen der Haltbarkeit. Je größer die Spannung der Pulvergase gegen die einzelnen Punkte der umgebenden Seelenfläche ist, desto mehr muß denselben an diesen Stellen Widerstand geleistet werden. Mit dem Vorrücken des Geschosses nach der Mündung hin wächst die Ausdehnung der Gase, vermindert sich deren Spannkraft. Hieraus folgen zuerst folgende allgemeine Gesetze:

5. Die Metallstärke über der Pulverkammer und den zunächst liegenden Theilen muß am größten sein und kann nach der Mündung hin abnehmen.
6. Je größer die Erstwirkung des Pulvers ist und je schwächer seine Nachwirkung, desto verhältnißmäßig stärker muß das Metall am Boden und über der Kammer sein, desto stärker kann es nach vorn hin abnehmen.
7. Je stärker dagegen die Nachwirkung, desto weniger darf das Metall nach vorn hin geschwächt werden. (Lange Geschützröhre, Kanonen.)

Weil aber bei der stärkern Nachwirkung gleichzeitig mit der schnell wachsenden Geschwindigkeit des Geschosses die spätern Auffschläge desselben gegen die Seelenwände an Heftigkeit zunehmen, der letzte mithin der stärkste ist, und weil außerdem die Gleichförmigkeit der Nachwirkung von der gleichmäßigen Temperatur, also auch gleichmäßigern Metallstärke des ganzen Rohres abhängig ist, so darf auch die Metallstärke bei langen Geschützen, starken und stark nachwirkenden Ladungen nach vorn verhältnißmäßig wenig abnehmen, damit die sich ausdehnenden Gase nach vorn hin nicht in merklich verschiedene Wärmezonen eintreten.

Es wäre einer sorgsamen Untersuchung würdig, die Erwärmung des Rohres in verschiedenen Entfernungen von dem Boden zu ermitteln, und eben so die Abkühlung von Schuß zu Schuß in bestimmten Zeitabschnitten zu beobachten, um den Einfluß dieses Elementes abschätzen zu können. Man würde dann zu nähern Schlüssen über den Einfluß des Rohrgewichtes und der Metallstärken berechtigt werden.

Nachdem nunmehr die allgemeinen Regeln über die Proportionirung der Metallstärken gegeben sind, sind nur noch einige Worte über die Proportionirung der Metallstärke bei Kanonen hinzuzufügen.

Wenn im Allgemeinen bei Kanonen die Erstwirkung des Pulvers auf das Geschoß im Verhältniß zur Nachwirkung am geringsten konstruirt wird, wenn mithin die Spannkraft der Gase nicht im ersten Augenblicke der Entzündung oder doch bald nachher, ehe die Kugel noch merklich aus der Stelle gewichen ist, sondern erst dann ihr Maximum erreicht, sobald das Geschoß merklich vorgerückt ist, so muß das Rohr bis zu diesem vom Geschoß erreichten Punkte eine gleich große Metallstärke erhalten. Es würde schwer sein, den gedachten Punkt zu ermitteln, wenn nicht bei Kanonen, wo dieß gerade am wichtigsten ist, ein Grund mehr hinzuträte, die geringste Ausdehnung für die gleichbleibende Metallstärke festzustellen. Dieser Grund ist in der Anbringung

der Schildzapfen gegeben. Auf den Schildzapfen ruhet der bei Weitem größte Theil des Rohrgewichtes. Das Metall, an welches die Schildzapfen sich anschließen, und das zunächst daran stoßende, muß einen großen Theil seiner Festigkeit (Anziehungskraft der Atome) dazu verwenden, die Last des Geschützes zu tragen, alle Erschütterungen beim Schießen und beim Transport zum größten Theile aufzunehmen, während das entferntere Metall vergleichsweise in Ruhe ist. Die an die Schildzapfen stoßende Metallzone ist mithin gewissermaßen ein stets straff gezogener Bogen und muß daher als der schwächste, bedrohteste, abgenutzteste Theil des Rohres betrachtet und demgemäß auch bei der Konstruktion behandelt werden.

Die Spannkraft der Gase, die Vibrationen, in welche das Metall durch den plötzlich entstehenden Gasstoß, durch die Kugelanschläge versetzt wird, die Unregelmäßigkeit dieser Vibrationen, veranlaßt durch die ungleichförmige Dichtigkeit und Anspannung des Metalls, durch die ungleiche Vertheilung desselben und durch die daraus folgende ungeregelte Lage der Schwingungsknoten, müssen die in steter Spannung befindliche Metallzone um die Schildzapfen doppelt bedrohen. Man findet auch in der That, daß die meisten broncenen Geschütze bei sonst genügender Haltbarkeit in der Gegend der Schildzapfen zertrümmert werden, was sich vorzugsweise bei diesen Geschützröhren durch Risse nahe und zwischen den Schildzapfen ausspricht. Hieraus folgt:

8. Die Metallstärke muß bei Kanonen, namentlich bei schweren, vom Boden ab bis an den vordern Schildzapfenanschluß in ziemlich gleicher Größe gehalten werden, und darf erst von diesem Punkte an merklich schwächer werden.

Wie bereits erwähnt, ist der letzte, der Mündung nächste Kugelanschlag der heftigste, weil hier das Geschoß seine höchste Geschwindigkeit erlangt hat.

Dieser Grund und die Austrichterung der Mündung bedingen, daß

9. die Metallstärke um die Mündung größer, als die zunächst daran stoßende konstruirt werden muß. (Kopf.)

Der Rückschlag der Luft in das Rohr, welchen man hin und wieder angeführt findet, dürfte wohl kaum so heftig erfolgen, um eine namhafte Metallverstärkung zu bedingen.

Die Anbringung des Kornes wird durch einen starken Kopf erleichtert, und das stärkere Metall sichert die Mündung gegen Verletzungen.

Wichtiger noch dürften die Rücksichten sein, welche aus dem Wesen des Geschützgusses für einen metallstarken Kopf hervorgehen. —

Die unter dem Namen: Friesen ꝛc., am Rohre angebrachten äußeren Verzierungen haben den Zweck, die Metallvertheilung in bestimmte Felder abzutheilen, zu regeln und einer leichten Kontrole zu unterwerfen. Man ist bei denselben zu der Frage berechtigt, welchen Einfluß sie auf die Lage der Schwingungsknoten gewinnen können, jedenfalls ist es gerathen, die Friesen so schwach und niedrig zu halten, als es ihr untergeordneter Zweck zuläßt, und sie nicht scharf gegen das Metall abzusetzen. Alle künstliche Figurirung derselben erscheint unrathsam und unnütz *).

---

*) Es ist in Betreff der Metallstärken und des daraus folgendeu Rohrgewichtes für den Artilleristen selbstverständlich, daß diejenigen Geschütze, deren Gebrauch einen höhern Grad von Beweglichkeit beansprucht, auch eine dieser Forderung angemessene Leichtigkeit des Rohres erhalten müssen, und daß man bei solchen Röhren die einander entgegentretenden Forderungen dergestalt abwägt, daß für das Totalgewicht die höchste zulässige Metallstärke des Rohres gewonnen wird.

Für Festungs- und Belagerungsgeschütze wird man durch diese Rücksichten und durch die Laffetirung weniger eingeengt, als bei Feldgeschützen, und man thut daher gut, bei jenen diese größere Freiheit in der Rohrkonstruktion nach Kräften auszubeuten.

§. 63.

Die Schildzapfen der Kanonen. Hinterwucht.

Das bis hierher gediehene Geschützrohr ist nunmehr mit denjenigen Einrichtungen zu versehen, welche die Bewegung desselben zum Behufe der Richtung und vorzugsweise der Elevation und die Abmessung dieser Bewegung bezwecken. Zur Bewegung dienen die Schildzapfen, zur Messung derselben die durch Visir (Aufsatz) und Korn bezeichnete Visirlinie.

Wenn das Rohr eine freie und geregelte Bewegung erhalten soll, unabhängig vom jedesmaligen Geschützstande, wie es zum Richten nothwendig ist, so muß es mit einem bestimmten Gestelle (Laffete) in steter und gleichmäßiger Verbindung stehen, und zwar dergestalt, daß es in diesem Gestelle entweder beide Bewegungen zum Nehmen der Linie nach dem Ziele und der Elevation ausführen kann, oder nur die letztere, während die erste Bewegung durch das Gestell angenommen wird.

Offenbar ist nur die letzte Methode anwendbar, weil bei dieser das Rohr in einer steten und unveränderten Lage zur Laffete und in einer festern Verbindung mit derselben verbleibt.

Die Schildzapfen sind also bestimmt, die Bewegung des Rohres Behufs seiner Elevation zu begründen und zu regeln, sie müssen deshalb gleichzeitig die Verbindungsmittel des Rohres mit der Laffete abgeben, so daß das Rohr mit ihnen in letzterer ruht, von ihnen getragen wird und sich um dieselben in der gegen ihre Axe vertikalen Ebene dreht. Hieraus folgt von Hause aus:

1. Die Schildzapfen müssen eine Drehaxe für das Rohr bilden.
2. Die Schildzapfenaxe muß senkrecht gegen die Seelenaxe stehen, damit sich letztere in einer unveränderlichen, senkrecht gegen die erstere gerichteten Ebene bewegt, um die Richtungslinie in jeder Erhöhung unverändert beizubehalten.

Ohne weitere Erläuterung schließt sich hieran:

3. Beide Schildzapfen müssen dieselbe gerade Linie zur Axe haben.
4. Die Schildzapfen müssen normale Cylinder sein.

An diese allgemeinen Gesetze sind nun die weitern Betrachtungen über ihre Stellung und Stärke ꝛc. zu knüpfen.

In der ersten Beziehung bleibt zu bestimmen, an welcher Stelle des Kanonenrohres und in welcher Höhe mit Beziehung zur Seelenaxe die Schildzapfen anzubringen sind.

Wenn das Nehmen der Elevation mit der erforderlichen Leichtigkeit und Schnelligkeit von Statten gehen soll, so darf erstens kein sehr großer Theil des Rohrgewichtes beim Elevіren zu bewegen sein, und zweitens muß die Bewegung in möglichster Kürze des Weges ausführbar werden.

Hieraus ergibt sich:

5. Je länger und schwerer das Rohr ist, desto mehr müssen die Schildzapfen nach dem Gleichgewichtspunkte desselben hingerückt werden.
6. Der beim Elevіren von der Richtvorrichtung (Richtmaschine) zu bewegende Theil des Rohres muß der kürzere sein.
7. Die Richtmaschine muß so nahe an die Schildzapfen gerückt werden, als es die nothwendige Leichtigkeit des Elevirens zuläßt.

Wenn die Schildzapfenaxe nicht durch den Gleichgewichtspunkt des Rohres (Schwerpunkt) geht, so entsteht in Bezug auf diese Axe und die Mündung entweder die sogenannte Hinter-, oder die Vorderwichtigkeit des Rohres. Die sichere Lage des Rohres auf der Richtvorrichtung, die Nothwendigkeit, daß das Rohr der geringsten Bewegung der Richtmaschine beim Elevіren folgt, macht es nothwendig, daß

8. die Kanonen Hinterwucht haben, mithin die Schildzapfenaxe vom Gleichgewichtspunkte nach der Mündung vorgerückt wird.

Die Anordnung der Metallstärke und die Größe der Hinterwucht bestimmen die Entfernung der Schildzapfenaxe vom Gleichgewichtspunkte. Da nun über die Vertheilung des Metalles bereits entschieden ist, so handelt es sich hier um die Bestimmung der Hinterwucht.

Wir wissen bereits aus dem vorangehenden §., daß es für die Haltbarkeit des Kanonenrohres um so nachtheiliger ist, je mehr die Schildzapfen und das ihnen nächstliegende Metall durch das Gewicht des Rohres in Anspruch genommen werden. Die Schildzapfen würden das ganze Rohrgewicht tragen, wenn sie gerade am Gleichgewichtspunkte desselben angebracht wären, wenn also weder Hinter=, noch Vorderwucht entstände. Je größer demnach die Hinterwucht wird, ein um so größerer Theil des Rohrgewichtes ist den Schildzapfen abgenommen, und um so mehr ist die empfindlichste und gefährdetste Stelle des Kanonenrohres der sie bedrohenden Gefahr überhoben.

Aber noch in einer andern, nicht minder beachtenswerthen Richtung wirkt die Hinterwucht vortheilhaft ein, nämlich in Bezug auf die Rückwirkung des Rohres gegen die Laffete nach dem Schusse.

Wie genau auch die Schildzapfen in ihr Lager eingefügt sein mögen, immer werden sie einen gewissen Spielraum in demselben haben.

Das vom Pulver zurückgedrückte Rohr muß, ehe es gegen die Wand des Schildzapfenlagers seinen vollen Rückstoß ausüben kann, um den Betrag des halben Spielraumes im Lager zurückgegangen sein.

Dieses Zurückspielen des Rohres im Lager wird um so mehr erschwert, je stärker das Rohr auf der Richtmaschine lastet, je größer mithin seine Reibung auf derselben ist. Dann wird der Rückstoß seine Wirkung gegen die Laffete auf die beiden dem Rohre verliehenen Stützpunkte, Schildzapfenlager und Richtmaschine, dem Belastungsverhältnisse angemessen, auf zwei von

einander ziemlich unabhängige Punkte vertheilen. Der am meisten in Anspruch genommene und bedrohteste Theil der Laffete wird mithin durch die Hinterwucht nach Verhältniß ihrer Größe geschont.

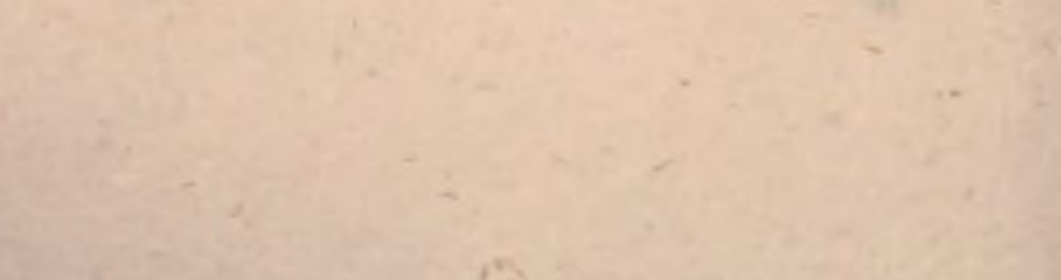
Hieraus ergibt sich:

9. Mit der Größe der Hinterwucht wächst die Haltbarkeit des Geschützrohres in der Gegend der Schildzapfen.
10. Mit der Hinterwucht nimmt die Haltbarkeit der Laffete in der Gegend des Schildzapfenlagers zu. Dagegen folgt:
11. Mit der zunehmenden Hinterwucht muß die Richtmaschine stärker gebaut und befestigt, und
12. Bei größerer Hinterwucht muß die Maschine auf eine größere Krafterspariß berechnet werden.

Die beiden in 11 und 12 aufgestellten Gesetze lassen sich beim Stande der heutigen Technik in einem so hohen Grade genügend erfüllen, daß die mit der Hinterwucht verbundenen Vortheile dem Rohre und der Laffete in noch größerer Ausdehnung zugewendet werden können, als es bisher geschehen ist.

Was endlich die Höhe der Schildzapfenaxe zur Seelenaxe betrifft, so sind drei verschiedene Fälle zu betrachten: a) die Schildzapfenaxe durchschneidet die Seelenaxe, b) sie geht über derselben durch die Seele, und c) sie geht unter der Seelenaxe durch die Seele.

Der Punkt, in welchem die Schildzapfenaxe durch die Ebene geht, die senkrecht gegen die Schildzapfenaxe gerichtet durch die Seelenaxe gelegt ist, nennt man den Lagerpunkt.



Um die oben gedachten drei Fälle zu beurtheilen, denken wir uns zuerst den Lagerpunkt L in die Seelenaxe AB gelegt. Wenn S den Schwerpunkt oder Gleichgewichtspunkt des Rohres angibt, welcher zwischen dem Lagerpunkte und dem Boden der

Seele liegt, um die Hinterwucht zu erzeugen, so hängt von dem Abstande zwischen L und S und der Metallproportion die Größe der Hinterwucht ab.

Wenn nun der Lagerpunkt in der Seelenaxe liegt, diese sich mithin um L selbst dreht, so bleibt der Abstand LS unveränderlich, mithin auch die Größe der Hinterwucht, und selbstredend auch ihr Druck auf die Richtmaschine. Ihre Wirkung zu Gunsten des Rohres und der Laffete ist überall gleichbleibend, und die Rückwirkung des erstern auf letztere ist von der Größe des Elevationswinkels abhängig.

Denkt man sich dagegen den Lagerpunkt über die Seelenaxe in L″ gelegt, so daß CD die der Seelenaxe parallele Linie durch L″, und S″ den der Schwerpunktslage entsprechenden Punkt in CD bedeutet, welcher in derselben Entfernung hinter dem Lagerpunkte, wie im vorigen Falle, angenommen wird, also L″S″ = LS, so stellt sich die Sache anders.

Wenn nun das Rohr sich um L″ dreht, und zwar elevirt wird, der Punkt A sich senkt, so nähert sich der Schwerpunkt der lothrechten Linie durch L″. Hieraus folgt, daß in diesem Falle die Hinterwucht veränderlich ist und mit der zunehmenden Elevation nach Maßgabe des abnehmenden Abstandes des Schwerpunktes von der Lothrechten durch L″ abnimmt.

Mit der zunehmenden Elevation wird aber gleichzeitig die Rückwirkung des Rohres gegen die Schildzapfenlager stärker, während mit der abnehmenden Hinterwucht die Belastung der Schildzapfen, die Anspannung derselben und des ihnen naheliegenden Rohrtheiles wächst; hierzu kommt, daß der Spielraum der Zapfen im Lager um so weniger das Zurückspielen des Rohres in der Laffete begünstigen kann und dadurch den Stoß gegen die Laffete schwächen, je mehr das Rohr elevirt wird, je mehr mithin der Spielraum der Schildzapfen in der Richtung des Rückstoßes verschwindet.

Dagegen wird mit der zunehmenden Elevation der Druck

und die Rückwirkung auf die Richtmaschine schwächer, das Rohr läßt sich bei der stärksten Elevation, wo die Richtmaschine die nachtheiligste Stellung hat, am leichtesten in Bewegung setzen, und der Hebelsarm zum Richten wächst mit der zunehmenden Hinterwucht beim Heben des Rohres.

Liegt dagegen der Lagerpunkt L' unter der Seelenaxe AB, so daß der Schwerpunkt des Rohres in S' liegt und L'S' = LS ist, so ist die Hinterwucht in demselben Grade veränderlich, wie bei der Lage in L'', nur in entgegengesetzter Richtung, und eben so auch die Einwirkung auf Rohr, Laffete und Richtmaschine.

Endlich bleibt für beide eben betrachtete Lagen der Schildzapfenaxe noch zu erwähnen, daß der in der Richtung der Seelenaxe erfolgende Rückstoß des Pulvers das Rohr um L'' oder L' mit dem Hebelsarme LL'' oder LL' zu drehen strebt. Offenbar wird dadurch im ersten Falle das Rohr von der Richtmaschine abzuheben gesucht und zum Bucken angeregt, und zwar am leichtesten bei der höchsten Elevation; hierdurch wird mehr oder weniger die ganze Wucht, der ganze Stoß des Rohres auf das Schildzapfenlager zurückgewälzt. Im zweiten Falle dagegen wird der Druck gegen die Richtmaschine verstärkt und der Stoß gegen das Zapfenlager des Rohres gemildert.

Hieraus ergibt sich:

13. Der Lagerpunkt in der Seelenaxe gibt eine konstante Hinterwucht.

14. Der erhöhte Lagerpunkt vermindert mit der zunehmenden Elevation die Hinterwucht.

Wenn der erhöhte Lagerpunkt bei zunehmender Elevation die Hinterwucht mindert, so schwächt er auch die bei größern Elevationen stärkere Einwirkung gegen die Richtmaschine, während die Wirkung des Rückstoßes gegen das Zapfenlager vergrößert wird. Die Wirkung gegen das Zapfenlager wächst aber nicht in demselben Verhältnisse, wie der Stoß gegen die Richtmaschine geschwächt wird.

Denn der in der Seelenaxe EF wirkende Rückstoß sucht zunächst das Rohr um den Lagerpunkt L″ zu drehen, wozu ihm der Hebelsarm LL″ gegeben ist, während die Hinterwucht diesem Drehen an dem ihm verliehenen Hebelsarme entgegenwirkt.

Der Theil des Rückstoßes, welcher in diesem Kampfe mit der Hinterwucht begriffen ist, kann offenbar nicht gleichzeitig mit voller Größe auf das Zapfenlager einwirken. Erst wenn das Gleichgewicht zwischen dem Rückstoße und der Hinterwucht eingetreten ist, wird der dem erstern verbleibende Rest an Bewegungskraft das Rohr gegen das Zapfenlager zurückdrücken können, denn offenbar wird dies Bestreben auf Drehung des Rohres früher eintreten, als auf Zurückdrängen desselben.

Von der Größe der Hinterwucht und ihres Hebelsarmes, so wie von der Größe des Rückstoßes und seines Hebelsarmes LL″ wird es demnach abhängig sein, wie weit man die Schonung des Zapfenlagers mit der entgegengesetzten Forderung, die Schildzapfen des Rohres zu schonen, gegen einander abwägen darf, da ein wirkliches Abheben des Rohres von der Richtmaschine begreiflicher Weise nur in einer sehr geringen Höhe Statt finden darf.

Jedenfalls aber ist die Erhöhung des Lagerpunktes mit Vortheilen für die Schonung der Laffete verbunden, welche durch Verstärkung der Schildzapfen und ihrer nächsten Umgebung zu Gunsten der Laffete ausgebeutet werden können.

Die Größe und Richtung des Rückstoßes gegen die Laffete (Elevation) stehen demnach in direkter Beziehung zur Erhöhung des Lagerpunktes.

15. Der versenkte Lagerpunkt wirkt in entgegengesetzter Richtung.

Offenbar erscheinen die durch 13 und 15 bezeichneten Lagen der Schildzapfenaxe zur Seelenaxe nicht anders, als nachtheilig für die Laffete und Richtmaschine, und um so mehr, je stärker und heftiger der Rückstoß (je größer die Erstwirkung des Pul-

vers), und je größer die Elevation ausfallen. Mithin sind diese Lagen für Kammergeschütze ganz unbrauchbar.

Fassen wir die 9 bis 15 enthaltenen Gesetze zusammen, so erhalten wir:

16. Die Schildzapfenaxe ist bei Kanonen um so weiter vom Schwerpunkte abzurücken, je schwerer die Röhre sind, je stärker sie geladen und je mehr sie elevirt werden sollen.
17. Der Lagerpunkt ist zu erhöhen, und zwar um so mehr, wenn der Lagerpunkt und Schwerpunkt weiter auseinander gerückt sind, die Hinterwucht also von Hause aus größer ist, und wenn bedeutende Elevationen für das Rohr beabsichtigt sind.

Es bedarf hier nur der Andeutung, daß die Erhöhung des Lagerpunktes in dem durch obige Erörterungen bedingten minimo konstruirt werden muß, weil mit der Erhöhung des Lagerpunktes außer dem Abheben des Rohres von der Richtmaschine bei Kanonen und Haubitzen, welches begreiflicher Weise schon der Richtung des Schusses wegen nicht eintreten darf, ehe das Geschoß aus der Seele ist, auch noch unter andern der Uebelstand verknüpft ist, daß für dieselben Elevationswinkel die Richtmaschine tiefer zu stellen sein würde, und für gleiche Inklinationen die Richtschrauben länger gemacht, der Stirnriegel niedriger gestellt werden müßte. Bei Mörsern würde der stärkere Druck gegen die Richtmaschine in Betracht zu ziehen sein.

Die Länge der Schildzapfen ist durch die Auseinanderstellung und Stärke der Laffetenwände gegeben.

Die Stärke der Schildzapfen ist in dreifacher Beziehung von Wichtigkeit, und zwar in Beziehung auf eigene Festigkeit und Unveränderlichkeit, auf gesicherten und unveränderlichen Anschluß an das Geschützrohr, endlich auf die Fortpflanzung des Rückstoßes gegen die Laffete.

Die Festigkeit und Unveränderlichkeit der Schildzapfen fordern nicht allein eine vollkommene Sicherstellung derselben gegen

Zerbrechen und Verbiegen, sondern auch die möglichst vollkommene Beseitigung des durch die Elastizität des Materiales mehr oder minder begründeten Federns, so wie der durch etwaige Weichheit möglichen Abplattungen.

Je härter das Geschützmetall ist, desto leichter federn die Schildzapfen, wenn sie nicht sehr stark sind, desto mehr ist ihr Abspringen zu fürchten, und desto heftiger wirken sie gegen die Schildzapfenlager, wie dieß die Erfahrung bei eisernen Geschützröhren durch Abspringen eines Zapfens, durch Zerstörung des Zapfenlagers lehrt. Ein weicheres Metall federt zwar weniger, allein die Schildzapfen drücken sich zusammen, das Metall wird herausgepreßt, die Zapfen erhalten sogenannte Bärte.

Gegen beide eben erwähnte Fälle sichert eine möglichst große Berührungsfläche der Zapfen mit ihrem Lager, um den Druck zwischen Zapfen und Lager auf mehr Flächenelemente zu vertheilen und eine innige Berührung des Zapfens mit seinem Lager, so wie eine unverrückbare Lage des ersten im letztern sicher zu stellen.

Der Anschluß des Zapfens an das Rohr verdient die sorgfältigste Beachtung. Hier ist der natürliche Brechpunkt des Zapfens gegeben, hier müssen deshalb alle Biegungen, alles Federn vollkommen unmöglich gemacht werden. Der Schildzapfen muß deshalb eine möglichst große Anschlußfläche an das Rohr erhalten, muß am Rohre eine besondere Verstärkung erfahren. Diese Verstärkung umgibt den Zapfen in Scheibenform, und die Scheiben werden gleichzeitig benutzt, dem Rohre eine unverrückbare Lage zwischen den Laffetenwänden zu verleihen. Je größer man den Durchmesser der Scheiben macht, desto weniger leidet das Rohr beim Schießen und beim Transport in der Gegend der Zapfen.

Da der Rückstoß in der Richtung der Seelenaxe erfolgt, die Zapfen mithin in dieser Richtung gebogen werden und in der entgegengesetzten zurückfedern würden, so dürfen die Scheiben

sich in diesen Richtungen nicht scharf gegen die Oberfläche des Rohres absetzen, sondern müssen sich nach der Mündung und nach dem Boden zu allmälig gegen das Rohrmetall verlaufen. (Streben.)

Die Wirkung des Rückstoßes gegen die Laffete und das Zapfenlager wird durch die Zapfen auf diese übergetragen. Je größer mithin der Durchmesser des Schildzapfens ist, je größer seine Berührungsfläche mit dem Lager und dem Zapfen wird, desto mehr wird zur Schonung der Laffete und des Zapfenlagers beigetragen.

Uebergehen wir die naheliegenden Beziehungen der Heftigkeit der Pulverwirkung, des Rückstoßes, des Rohrgewichtes, der Metallstärke im Zapfenstück, der Richtung des Rückstoßes, der Beweglichkeit der Laffete (des leichten Zurückspielens derselben), der Härte, der Federkraft oder Weichheit des Geschützmetalles, und der Länge des Schildzapfens incl. Scheiben im Verhältniß zur Stärke desselben, so gelangen wir mit Berücksichtigung aller dieser Beziehungen zu dem allgemeinen Gesetz:

18. Die Schildzapfen müssen so stark, als zulässig, gemacht werden, ihre Scheiben den Anschluß an das Geschützrohr so vergrößern, daß der Zapfen am Rohre weder brechen noch federn kann, und die Scheiben müssen sich nach der Mündung und dem Boden zu keilförmig an das Rohrmetall anschließen.

§. 64.

Die Einrichtung zum Richten der Kanonenröhre.

Denkt man sich eine lothrechte Ebene durch den Zielpunkt und den Mittelpunkt der Geschützmündung gelegt, so muß in dieselbe die Flugbahn des Geschosses fallen, wenn die erste Bedingung zum Treffen erfüllt werden soll, d. h. die Seelenaxe muß in dieser Ebene selbst liegen. Die zweite Bedingung zum Treffen ist darin gegeben, daß ein Punkt der Flugbahn mit dem Zielpunkte zusammenfällt.

Die erste Bedingung verlangt, daß die Seelenaxe in die nach dem Zielpunkte gerichtete lothrechte Ebene gebracht wird, d. h. die erforderliche Seitenrichtung empfängt, man muß deshalb diese Ebene durch äußere Kennzeichen am Geschützrohre bestimmen können; die zweite Bedingung fordert die der Geschoßwirkung und Entfernung angemessene Kombination zwischen Anfangsgeschwindigkeit und Elevation, d. h. man muß die in die lothrechte Ebene nach dem Ziele (Schußebene, Zielebene) gebrachte Seelenaxe in dieser Ebene unter dem verlangten Winkel zur Horizontalen elevіren können.

Man kann zwei verschiedene Wege einschlagen, um die Linie und die Elevation durch Konstruktion am Rohre zu begründen.

Denkt man sich nämlich, daß die senkrecht gegen die Seelenaxe gerichtete Schildzapfenaxe für jeden Schuß in der horizontalen Ebene liegt, also zugleich senkrecht gegen die lothrechte Ebene durch die Seelenaxe steht, so folgt daraus, daß, wenn man bei der Konstruktion des Rohres sich äußerlich am Rohre Punkte bezeichnen kann, welche in einer Ebene liegen, die durch die Seelenaxe und senkrecht gegen die Schildzapfenaxe gelegt ist, diese Punkte, mit dem Ziele eingerichtet, die lothrechte Ebene durch Seelenaxe und Ziel bezeichnen.

Diese Methode ist auf die Voraussetzung einer horizontal liegenden Schildzapfenaxe gegründet, was jedoch mit Rücksicht auf unvermeidliche Fehler in der Konstruktion des Geschützes, der Laffete und auf die Fehler des Geschützstandes in der Wirklichkeit nicht als gerechtfertigt angenommen werden kann. Man muß vielmehr annehmen, daß mit Ausnahme sehr seltener Fälle die Seelenaxe nicht in der lothrechten Ebene durch jene äußerlich am Rohre bezeichneten Punkte und das Ziel liegt, die Schildzapfenaxe nicht senkrecht auf dieser Ebene steht, mithin das Rohr beim Elevіren sich nicht in dieser bewegt.

Die gedachte Methode ist mithin nicht geeignet, die verlangte Richtung in allen Fällen zu sichern.

Die andere Methode ist darauf gestützt, für jeden einzelnen Schuß diejenigen Punkte am äußern Metall zu bestimmen, welche in der lothrechten Ebene durch die Seelenaxe liegen, so daß die Richtung von der Lage der Schildzapfenaxe, den Fehlern des Geschützes, der Laffete und des Geschützstandes völlig unabhängig wird.

Diese letztere Methode mit veränderlichen Visirpunkten erscheint für den ersten Anblick jener mit fixirten Visirpunkten, als die theoretisch richtigere, vorzuziehen. Allein dieß ist in der That nur Schein, in der Praxis ist sie jedenfalls die unrichtigere und eine ganz unzuverlässige, denn wenn die erste Methode auf die Voraussetzung einer horizontalen Schildzapfenaxe gestützt ist, so ist es diese auf die eben so unrichtige, daß der Richtende auch bei jedem Schusse die äußern Visirpunkte richtig findet und während der Dauer des Richtens diese imaginären Punkte auch wirklich festhält. Das Merkmal, was dem Richtenden zu Gebote steht, das sogenannte höchste Metall, setzt die sphärische und koncentrische Richtigkeit des äußern Metalls und dessen unverletzte Erhaltung voraus, eine Annahme, welche nicht weniger in der Luft schwebt, wie die einer horizontalen Schildzapfenaxe.

Man weiß es, welche Schwierigkeiten es hat, mit den vollkommensten Instrumenten die äußern Punkte auf Grund der Seelenaxe und der Schildzapfenaxe mit genügender Schärfe zu bestimmen, wie dürfte man annehmen, daß dieß auch bei der sorgfältigsten Uebung mit dem freien Auge unter den ungünstigen Umständen der Praxis auch nur annähernd auszuführen wäre, wo das Auge eigentlich nur das dem Richtigen Nahe herausfühlen kann. Wenn man nun gar bedenkt, daß selbst bei fixirten Visirpunkten nicht zwei Personen dieselbe Richtung als vollkommen scharf anerkennen, wie soll man an eine sichere und

scharfe Richtung mit imaginären Punkten glauben? Und wie will man bei Fehlschüssen eine Richtung über veränderliche Visirpunkte zuverlässig abändern und mit Sicherheit zu der Ueberzeugung gelangen, daß die Ursache des Fehlschusses in der Richtung, oder in andern Umständen, zu suchen sei?

Hier ist eine der vielfachen Gelegenheiten gegeben, welche die Theorie so gern verlocken, sich durch einseitige Spekulationen von der Wirklichkeit loszureißen, auf welche sie sich stützen sollte, um zu brauchbaren Resultaten zu gelangen. Nichts ist für die Theorie verderblicher und wirkt nachtheiliger, als die Neigung, ihre Schlüsse mit dem Nimbus mathematischer Schärfe und Berechnung schmücken zu wollen, wo es sich nicht um Behandlung von mathematischen Größen, sondern um die Handhabung wirklicher Elemente, einer unvollkommenen Materie handelt.

Die Methode des Richtens über veränderliche, imaginäre Visirpunkte ist mithin theoretisch sowohl, als auch praktisch die unvollkommnere und unrichtigere, da sie sich bei jedem Schusse auf veränderliche Elemente stützt und keine geregelte und zuverlässige Korrektur begründet.

Wenn man bedenkt, welche Ueberzahl von erkennbaren und verborgenen Elementen die Richtigkeit des Schusses, das Treffen bedingen, so wird man nicht geneigt sein, eine Methode des Richtens als praktisch anzuerkennen, bei welcher man treffende Schüsse erlangen sieht, ohne aber erweisen zu können, daß dieß lediglich durch die Richtmethode erreicht worden ist.

Wir schließen hieraus:

1. Die Richtung der Seelenaxe muß durch Punkte bestimmt werden, welche am äußern Metall des Rohres mit unveränderlicher Beziehung zur Seelen- und Schildzapfenaxe bezeichnet sind.

Da die Schnelligkeit, Einfachheit und Zuverlässigkeit des Richtens am meisten begründet wird, wenn die durch die äußern Visirpunkte bezeichnete Linie (Visirlinie) in keiner andern Be-

ziehung zur Horizontalen steht, als die Seelenaxe, weil alsdann die Elevation der Visirlinie gleichzeitig die der Seelenaxe angibt, so folgt daraus:

2. Die Visirlinie muß mit der Seelenaxe parallel, d. h. das Geschützrohr verglichen sein.

Man ist häufig, namentlich bei Feldgeschützen, von dieser Regel abgewichen, indem man die verlängerte Visirlinie die Seelenaxe unter einem gewissen Winkel (natürlichen Erhöhungswinkel) vor der Mündung schneiden ließ, um auf den wirksamsten Kugel- und Kartätschschußweiten die Richtung zu erleichtern, abzukürzen und zu beschleunigen.

Weil aber Ladung und Erhöhung in der Praxis selten für alle Geschütze und alle Entfernungen in den verschiedenen Gebrauchsfällen dieselben Resultate, ja nicht einmal immer annähernd die erwarteten liefern werden, und weil der natürliche Erhöhungswinkel für nähere als die ihm zukommenden Entfernungen die Richtung erschwert und unsicher macht, und imaginäre Zielpunkte erfordert, so erscheint der natürliche Erhöhungswinkel unzweckmäßig und schädlich.

Die scharfe Bezeichnung der Visirlinie ist durch zwei Punkte am vollkommensten erreicht, und die Schärfe der Richtung ist um so mehr begründet, je länger diese Linie ist; mithin erhalten wir:

3. Die beiden Endpunkte der Visirlinie sind so weit auseinander zu rücken, als es die Länge des Rohres und dessen äußere Gestaltung gestatten.

Mit den vorstehenden allgemeinen Grundsätzen ist die äußere Bezeichnungsmethode der Visirebene, die Lage der Visirlinie zur Seelenaxe und ihre allgemeine Längenbestimmung gegeben. Das Uebrige ist Sache der technischen Ausführung, welche die Visirlinie entweder auf dem Metall des Rohres eingräbt, oder durch Visir und Korn bestimmt. Die Gestalt des

Visireinschnitts und des Korns *), ob es stumpf oder spitz sein muß, ob man die Elevation durch Aufsatz oder durch den Quadranten mißt, sind Dinge, welche theils herrschenden Ansichten, theils besondern Einrichtungen der Geschütze, theils der angenommenen Richtmethode unterworfen und Sache der Gewohnheit sind, und einer wissenschaftlichen Entwickelung kaum unterzogen werden können. Es ist theoretisch ganz gleich, ob die Elevation durch die Tangente, oder durch den Bogen gemessen wird, und man hat Alles gethan, wenn man sich für einen am Geschütz permanent befestigten, oder für einen abgesonderten Aufsatz in den verschiedenen Fällen entschieden hat, wenn nur dafür gesorgt ist, daß derselbe an einer dazu bestimmten Stelle und richtig aufgesetzt wird. Daß die Wahl zwischen einem permanenten und einem abgesonderten Aufsatze Sache des praktischen Urtheiles ist, und daß es zur Sicherstellung seines richtigen Gebrauches viele gleich gute Wege gibt, bedarf keiner besondern Erläuterung. Ob ein spitzes, oder stumpfes Korn besser ist, darüber läßt sich schwer zu Aller Ueberzeugung rechten, und eben so, wo man den Quadranten am bequemsten ansetzt.

§. 65.

Einrichtungen zur Handhabung der Kanonenröhre.

Die hierher gehörigen Einrichtungen, Henkel und Traube, ihre Stellung, Stärke und Gestalt sind einer wissenschaftlichen Behandlung nicht bedürftig.

Die Stellung der Henkel muß dem Gleichgewichte des schwebenden Rohres entsprechen und ihr Anschluß an selbiges

---

*) In neuerer Zeit gibt man dem stumpfen Korne den Vorzug vor den bisherigen mit scharfem Rücken, so wie vor denen, welche statt des Rückens eine Fläche mit Visirabschnitt darbieten, weil erstere leicht verletzt werden, letztere das Richten erschweren und der Visireinschnitt durch Schmutz, Oxydation ꝛc. bald verunreinigt wird.

den Gesetzen der Festigkeit. Ihre Stärke ist dem Rohrgewicht proportional.

Uebrigens erscheinen die Henkel bei den Feldgeschützen sehr entbehrlich und nur bei schweren Belagerungs- und Festungskanonen gerechtfertigt, bei welchen jedoch eine weit größere Stärke der Henkel, und vorzugsweise eine weit größere Anschlußfläche an das Rohrmetall, als die bisherigen Konstruktionen gewähren, gefordert werden muß, denn es ist nicht genügend, daß die Henkel nur halten und nicht abreißen, sie sollen auch das Metall des daran oft längere Zeit hängenden Rohres nicht zu sehr anstrengen.

Auch das stärkste Rohr biegt sich, und um so mehr, je länger und schwerer es wird, denn es gibt keine vollkommene Unbiegsamkeit in der irdischen Materie, daher wäre es am besten, die Henkel zu umgehen, wenn es nur irgend angeht, oder man sollte zur Schonung des Rohres vier Henkel statt zwei anbringen, was bei sehr schweren Geschützen gewiß nur vortheilhaft sein würde.

Die Traube ist noch weit mehr dem Belieben des Konstruktors unterworfen. Ihre Stärke ist dem Rohrgewicht anzupassen, ihr Anschluß an den Boden des Geschützes unterliegt den Rücksichten der Festigkeit.

§. 66.

Allgemeine Bemerkungen über lange und kurze Kanonen.

Der Grundzug des Kanonenschusses ist eine langgestreckte, wenig gekrümmte Flugbahn, welche durch einen großen bestrichenen Raum die Trefffähigkeit gegen aufrechtstehende, ungedeckte Ziele begründet und im freien Felde zur Beherrschung tiefer Räume die geeignetste Gestalt darbietet. Erzeugt durch starke Ladungen und geringe Elevationen, ist diese Flugbahn, welche mit einer großen Anfangsgeschwindigkeit beginnt und demgemäß das Geschoß mit großer Endgeschwindigkeit gegen das Ziel führt,

darauf berechnet, die Stoßgewalt der Geschosse vorherrschend durch die Geschwindigkeit desselben zu begründen. Wir wissen aus frühern Erörterungen, daß diese Flugbahn nur eine sehr geringe Fügsamkeit besitzt und nur einen beschränkten Gebrauch von den Elevationen gestattet.

Eben so ist aus dem Frühern zu entnehmen, daß ein Kanonenrohr, dessen Länge für die ihm zugemessene Ladung, für die Heftigkeit der Entzündung und Verbrennung derselben und im Einklange mit den übrigen hierbei mitsprechenden Bedingungen richtig bestimmt worden, keine merkliche Veränderung der Ladung ohne Nachtheil für die Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens zuläßt.

Die Feldkanonen, welche in der weit überwiegenden Mehrzahl der Gebrauchsfälle ihre vorherrschende Bestimmung in der Beherrschung tiefer Räume durch flache, niedrige Flugbahnen finden und selten in den Fall kommen, gegebene Zielpunkte mit einem bedeutenden Geschoßstoße zu treffen, zu zerstören, sind daher auch nur dazu konstruirt, Geschosse von geringerem Gewichte in flachen, niedrigen Flugbahnen mit verhältnißmäßig bedeutenden Geschwindigkeiten über das vorliegende Terrain fortzutreiben.

Die von den Feldkanonen zu lösende Aufgabe fordert keine merkliche Modifikation der Flugbahn und des Geschoßstoßes, und in Fällen, wo ein solches Bedürfniß hervortritt, sind die Haubitzen bei dem Maße der Widerstandsfähigkeit der im Felde vorkommenden Ziele vollkommen geeignet, die erforderliche Wirkung zu leisten.

Es würde daher nicht allein eine nicht gerechtfertigte Maßregel sein, die Feldkanonen in verschiedener Länge zu konstruiren, sondern man würde auch ihrem vorherrschenden Zwecke und ihrer Leistungsfähigkeit in der Mehrzahl der Gebrauchsfälle entgegenarbeiten, wenn man kurze und lange Feldkanonen prinzip-

mäßig mitführen wollte. Ausnahmen können nur durch besondere wichtige Leistungen gerechtfertigt werden.

Es folgt hieraus:

1. Die Feldkanonen müssen auf einen flachgestreckten, scharfen Schuß berechnet werden und deshalb lange Röhre erhalten.

Im Festungskriege dagegen haben die Kanonen Ziele von der verschiedenartigsten Beschaffenheit und Festigkeit zu bekämpfen; es kommt ihnen meistens darauf an, bestimmte Zielpunkte mit Sicherheit zu treffen, und seltener, tiefe Räume zu beherrschen, da diese ihrer Wirkung in der Regel durch Deckungen mehr oder weniger entzogen sind.

Nun wissen wir aber, daß sich die größte Wahrscheinlichkeit des Treffens für ein gegebenes Ziel, für eine gegebene Entfernung und für eine gegebene Lage des Geschützes zum Ziele an eine bestimmte Flugbahngestalt, also an eine gewisse Kombination der Ladung und Elevation knüpft. Eben so fordert das Ziel je nach seiner Beschaffenheit, nach seiner Widerstandsart eine verschiedene Kombination der Endgeschwindigkeit und des Geschoßgewichtes, um zur erfolgreichsten Wirkung zu gelangen. Endlich muß man es als einen unverbrüchlichen Grundsatz festhalten, alle Aufgaben des Festungskrieges in den Bereich des Kanonenschusses zu ziehen, welche sich nicht mit sehr erheblichen Vortheilen durch andere Geschützgattungen, namentlich schneller und vollständiger erreichen lassen, so daß die übrigen Geschützgattungen und Geschoßarten nur als eine kostbare und zu sehr sorgsam berechnetem Gebrauche bestimmte Erweiterung und Vervollständigung der artilleristischen Kampfthätigkeit erachtet werden dürfen. Hieraus folgt:

2. Für den Festungskrieg muß dem Kanonenschusse eine fügsamere Flugbahn und eine mehrfach abgestufte Stoßkraft verliehen werden können. Mithin:

3. Man bedarf zum Festungskriege langer und kurzer Kanonenröhre.

Die hier gestellte Aufgabe ist also die, daß man Geschützröhre für einen Schuß konstruirt, welcher unter allen Umständen die Natur des Kanonenschusses beibehält, d. h. das einfachste aller Geschosse von verhältnißmäßig geringem Gewichte, die Stoßwirkung des Geschosses, vorherrschend auf die Endgeschwindigkeit desselben begründet, und eine im Verhältniß zum Geschoß immer noch starkbleibende Ladung von verhältnißmäßig vorherrschender Nachwirkung. Mit diesen Grundbedingungen ist aber noch diejenige einer merklich modifizirten Flugbahn und Stoßgewalt verbunden. Offenbar läßt sich dieß nur durch eine merkliche Abstufung der Ladung und demgemäß auch der Rohrlänge erreichen, so daß man nunmehr, ohne einen zu erweiterten Gebrauch von der Elevation machen zu müssen, fügsamere Flugbahnen erzeugen kann.

Wenn es darauf ankommt, auf größern Entfernungen, wie sie im Festungskriege für eine energische und entscheidende Wirkung noch zulässig sind, Ziele von kleiner Fläche mit genügender Sicherheit und mit einer ihrer gewöhnlichen Widerstandsfähigkeit entsprechenden Stoßgewalt zu treffen, so muß das Ziel wo möglich noch mit dem aufsteigenden Aste oder doch mit dem Anfange des niedersteigenden getroffen werden, der Schuß daher ein sehr langgestreckter, sehr flacher und scharfer sein. Oder, wenn es darauf ankommt, in größern Nähen Ziele von außergewöhnlicher Festigkeit, namentlich von großer Härte zu zertrümmern, oder endlich, wenn man mit einem flachen kräftigen Schusse tiefe Räume beherrschen will, die dem Geschosse vielfache Zielpunkte darbieten und zuweilen Hindernisse zum Durchschlagen entgegensetzen, so muß auch in diesem Falle ein sehr scharfer Schuß abgegeben, eine sehr starke Ladung angewendet werden.

In den eben genannten Fällen, also zum Demontiren auf den größern Entfernungen, zum Enfiliren, zum flachen Rikoschettschuß gegen Linien von größerer Länge mit starken Deckungen und in größern Entfernungen, und zum Breschescheißen dienen

die langen Kanonenröhre mit starken Ladungen. In allen diesen Fällen bedarf der Kanonenschuß nur einer sehr geringen Fügsamkeit, und es ist mit Ausnahme des Rikoschettschusses nicht einmal ersprießlich, von dem stärker gekrümmten Theile der Flugbahn Gebrauch zu machen. Denn selbst beim Enfilirschuß muß eine merkliche Senkung des Geschosses innerhalb der wirksamen Flugbahn als nachtheilig für die Wahrscheinlichkeit des Treffens erachtet werden, weil der vielfach durchschnittene Befestigungsraum mit seinen Brustwehren und Gräben ein merklich sinkendes Geschoß meistens unwirksam macht.

Wollte man die langen Kanonen auch auf den mittlern und kleinern Entfernungen anwenden, so würde man bei unveränderten Ladungen in den meisten Fällen eine bei Weitem zu große Geschoßgeschwindigkeit erhalten, was nicht allein gegen die meisten der zu bekämpfenden Ziele wie z. B. Erdwerke, keinen Vortheil, sondern sogar einen Nachtheil für die Wirkung bringen würde, indem die schwierigere und langsamere Bedienung, so wie der überflüssige Kraft- und Kostenaufwand und andere Rücksichten den langen Kanonen geradezu entgegentreten. Bei schwächern Ladungen würden diese Nachtheile nur zum Theil umgangen und die Wahrscheinlichkeit des Treffens würde bei der für schwächere Ladungen zu großen Rohrlänge empfindlich vermindert.

Zum Rikoschettiren auf kürzern Entfernungen, wenn es namentlich darum zu thun ist, kurze Linien, Linien mit schwächeren Deckungen zu bekämpfen und die Geschosse in einem kürzern und gekrümmtern Fluge über die Deckungen zu bewegen, um die dahinter stehenden Geschütze ꝛc. aufzusuchen, würden lange Kanonen sehr wenig Erfolg versprechen und es würde mit denselben schwer werden, dergleichen feindliche Linien zu desarmiren, so lange die Traversen nicht niedergeworfen wären. Man könnte diese wichtige Aufgabe nur durch leichte Haubitzen und Mörser lösen, wenn man sich auf lange Kanonen beschränkt

sähe, ohne jedoch irgend im Stande zu sein, die Wirkung dieser Geschützgattungen dadurch sicher zu stellen, daß man die hinderlichen Traversen durch einen kräftigern Schuß ihren leichten Geschossen aus dem Wege räumte.

Man bedarf zu solchen Zwecken eines fügsamern, matteren Kanonenschusses.

Soll ein solcher Schuß jedoch für die innere noch bedeutende Widerstandsfähigkeit der ihm entgegentretenden Ziele eine genügende Wirkung behalten, so muß seine Stoßkraft durch ein möglichst großes Geschoßgewicht begründet werden. Mithin müssen:

4. Die kurzen Kanonen vom schwersten Kaliber sein.

Die Ladung für die kurzen Kanonen ist für die höchste, ihnen zuerkannte Leistung zu normiren und danach ihre Länge zu bestimmen. Offenbar ist der Demontirschuß auf den mittlern Entfernungen diese höchste Leistung, so daß:

5. Die Ladung und Rohrlänge der kurzen Kanonen durch den Demontirschuß auf mittlern Entfernungen gegeben sind.

Für das lange Kanonenrohr ist je nach seinem Kaliber der Enfilir- und Demontirschuß auf größern Entfernungen maßgebend. Wir erinnern hierbei daran, daß sowohl für lange als auch für kurze Kanonen die Bedingung vorausgesetzt ist, daß der Demontirschuß, als ein Schuß gegen geringe Zielflächen, sich nicht merklich bis zum Ziele hin krümmen darf und nur unter dieser Voraussetzung als maßgebend für Ladung und Rohrlänge gelten kann.

Die kurzen Kanonen würden aber ihren höchsten Nutzen, ihre volle Bestimmung niemals erreichen, wenn man aus ihnen nur mit einerlei Ladung schießen wollte, indem in diesem Falle ihre Flugbahn immer nur eine eingeschränkte Fügsamkeit erhielte. Wenn nun die Kürze des Rohres zwar an sich schon das Geschütz für den Ladungswechsel geeigneter macht, kleinere Ladungen als die normale zuläßt, indem die Zahl der Kugelanschläge

gemindert wird, so würde doch immer die geringere Zahl der Kugelanschläge, diese Grundbedingung für die Anwendbarkeit kleinerer Ladungen, noch nicht genügen, um für alle Ladungen eine möglichst gleichbleibende Wahrscheinlichkeit des Treffens, das Endziel alles Strebens zu erreichen. Man würde demnach noch nicht zur wünschenswerthen Freiheit in der Wahl der Ladungsgrößen gelangen.

Es bedarf wohl keines Beweises mehr, daß die höchste Wahrscheinlichkeit des Treffens nur mit einem solchen Rohre und einer solchen Ladung zu erreichen ist, welche in derjenigen Proportion zu einander stehen, daß die Ladung gerade zu ihrem höchsten Nutzeffekte gelangt ist, wenn das Geschoß die Seele verläßt, so daß eine größere Rohrlänge einen Aufschlag zu viel für die Größe der Pulverkraft, eine kleinere zu wenig Raum für die Beschleunigung, zu geringe Anfangsgeschwindigkeit gäben. Hieraus kann man als einen allgemein giltigen Grundsatz über die Grenze der für eine gegebene Rohrlänge anwendbaren Ladungen die Folgerung ableiten:

6. Es sind nur solche Ladungen für eine gegebene Rohrlänge mit Rücksicht auf eine bei allen Ladungen möglichst gleich bleibende Wahrscheinlichkeit des Treffens anwendbar, welche noch im Stande sind, durch ihre Wirkung (Expansivkraft) das ganze Rohr dergestalt anzufüllen, daß ihr letzter Druck gegen das entweichende Geschoß noch einen merklichen Gewinn für die Bewegung desselben erzeugt.

Hieraus ergibt sich in näherer Bezeichnung:

7. Wenn man bei einem Rohre von gegebener Länge die Ladungen unter die normale merklich vermindert, so muß man gleichzeitig die Entzündung und Verbrennung so einleiten, daß mit der abnehmenden Ladung die Erstwirkung schwächer gehalten wird, die beschleunigende Nachwirkung dagegen stärker. Umgekehrt bei merklichen Verstärkungen der Ladung.

Hierzu stehen zwei Mittel zu Gebote: für stärkere Ladungen grobkörniges Pulver und ein heftigeres Zündmittel, und für schwächere Ladungen umgekehrt. Man kann beide Mittel, sowohl die verschiedene Körnergröße, als auch die Heftigkeit der Zündung allein und auch in Verbindung anwenden. Auch läßt sich hier von der Verlängerung der Kartuschen bei den kleinern Ladungen ein vortheilhafter Gebrauch machen; bei größern Ladungen fordert diese den Geschützröhren günstige Maßregel die angemessene Gestaltung der übrigen Elemente, namentlich der Verbrennung.

Die eben entwickelten Gesetze sind für alle Geschütze giltig, bei welchen man einen starken Ladungswechsel anwenden will, ohne mit den Bedingungen zugleich die Wahrscheinlichkeit des Treffens empfindlich zu ändern, namentlich aber sind sie bei den kurzen Kanonen um so sorgfältiger zu beachten, da die Länge dieser Röhre immer noch so groß bleibt, daß sie nicht ohne Weiteres eine bedeutende Veränderung der Ladung ertragen würden.

Hieraus lassen sich folgende Kombinationen für den Ladungswechsel kurzer Kanonen bei möglichst gleichbleibender Wahrscheinlichkeit des Treffens aufstellen:

8. Für den Demontirschuß auf mittlern Entfernungen, als Konstruktionsbasis des kurzen Kanonenrohres: Grobkörniges Pulver, gewöhnliches Zündmittel, normale Ladung.
9. Für den nähern Demontirschuß und für den Rikoschettschuß auf mittlern Entfernungen feinkörniges Pulver und schwächeres Zündmittel, schwächere Ladungen.
10. Für den nähern und höhern Rikoschettschuß feinkörniges Pulver, das schwächste Zündmittel und die schwächsten Ladungen.
11. Für verstärkte Leistungen, für den entferntern Demontirschuß und zum Brescheschießen grobes Pulver, heftiges Zündmittel und verstärkte Ladungen.

In wie weit die Praxis von diesen rationell entwickelten Gesetzen erfolgreichen Gebrauch machen kann, gehört nicht hierher, gleichwohl ist nur auf diesem Wege dahin zu gelangen, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens nicht in zu große Abhängigkeit von der Größe der Ladung geräth, und hierin ist die Vollendung für den Gebrauch der kurzen Geschütze zu suchen. Wir erinnern uns leicht, wie empfindlich geringe Ladungen für die Heftigkeit der Entzündung werden und haben in der Praxis die augenfälligsten Belege dafür, wir können deshalb die Heftigkeit des Zündmittels keineswegs als ein geringfügiges Element betrachten, und müssen in den vorstehenden Gesetzen den letzten Schritt bezeichnet finden, mit welchem wir die Leistungsfähigkeit der kurzen Kanonen erhöhen und erweitern können.

Wenn die kurzen Kanonen als ein wichtiges Uebergangsgeschütz zur Annäherung an die Haubitzen, als eine erfolgreiche Erweiterung der Gefechtsthätigkeit und des Leistungsvermögens der Kanonen angesehen werden müssen, wenn sie einen unverkennbaren Einfluß auf den Verlauf des Angriffes und der Vertheidigung im Festungskriege ausüben werden, so muß man auf ihre Vervollkommnung und ihren Gebrauch die äußerste Sorgfalt verwenden, was die Natur des Festungskrieges auch vollkommen zuläßt.

So wie es nicht zu verkennen ist, daß die Geschützgattungen, welche die weite Lücke zwischen Kanonen und Mörsern ausfüllen sollen, ihrer Natur und Bestimmung nach um so größere Erfolge an sich fesseln, je fügsamer sie die Flugbahnen ihrer Geschosse gestalten können, so ist es auch als eine natürliche Folge anzusehen, daß ihr Gebrauch verwickelter und schwieriger als derjenige der Kanonen und Mörser, daß er, um sich des Ausdrucks zu bedienen, mit größeren Feinheiten verbunden sein muß.

Dieser Satz findet denn auch auf die kurzen Kanonen je nach ihrer Stellung zwischen den langen Kanonen und den Hau-

bitzen Anwendung und es ist diese Stellung zwischen den genannten Geschützgattungen eine der wichtigsten Konstruktionsrücksichten.

Soll ein natürlicher Uebergang von den langen Kanonen zu den Mörsern Statt finden, ohne fühlbare Lücken und Sprünge, so muß ein wohl durchdachtes, erkennbares Gesetz die Abstände von den langen Kanonen zu den kurzen, von diesen zu den langen und kurzen Haubitzen und endlich zu den Mörsern regeln. Dieses Gesetz, eins der schwierigsten und höchsten Probleme der Artillerie, ist gleichzeitig auch eins der Kardinalkriterien für die verschiedenen Artilleriesysteme.

Die Theorie kann so lange nur auf dieses Gesetz hindeuten, als die unzähligen Elemente der Wirkung noch nicht in fest bestimmte Grenzen eingehegt sind, und es bleibt einer rationellen, erleuchteten Erfahrung vorbehalten, demselben eine bestimmte Deutung zu verleihen und es der Wahrheit nahe zu bringen.

Schließlich dürfte hier noch zu erwähnen sein, daß in derjenigen Anfangsgeschwindigkeit, welche, im Vereine mit der für Erzeugung eines möglichst großen bestrichenen Raumes nothwendigen geringen Elevation, die durch den Zweck des Ferngefechts geforderten Schußweiten bei genügender Wahrscheinlichkeit des Treffens gewährt, die Konstruktionsforderung und in der jener Anfangsgeschwindigkeit entsprechenden Ladung die Konstruktionsbasis für die langen Kanonen gegeben ist. Denn nur hierdurch ist der Idee, dem Zwecke der flachgekrümmten Flugbahn am vollkommensten und reinsten entsprochen.

Daß bei dieser Wahl der Anfangsgeschwindigkeit die Relation derselben zum Widerstande der Luft u. s. w. beachtet werden muß, liegt zu Tage.

Wir erhalten demnach:

12. Dem Zwecke der flachgekrümmten Flugbahn entspricht das lange Kanon am vollkommensten.
13. Die zur Konstruktionsbasis der langen Kanonen dienende

Ladung ist durch die zulässig größte Anfangsgeschwindigkeit gegeben.

Die Konstruktionsladung für die kurzen Kanonen hängt von der Stellung derselben zwischen den langen und den Haubitzen ab und kann keiner unbedingten Entscheidung unterworfen werden.

§. 67.

Ueber die Mörser im Allgemeinen.

Die Mörser haben die Bestimmung, die zweite Grundkombination für die Gestalt der Flugbahn, eine geringe Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses mit einer großen Elevation seines Fluges zu verwirklichen, d. h. starkgekrümmte Flugbahnen zu erzeugen. Die Natur dieser Flugbahn macht es zur Bedingung:

1. Daß die aus Mörsern fortgetriebenen Geschosse das Ziel mit dem niedersteigenden Aste der Flugbahn treffen,
2. daß ihr Bewegungsmoment durch die Länge des niedersteigenden Astes geregelt wird (Fallhöhe),
3. daß das treffende Geschoß mit dem Ziele in unmittelbarer oder doch sehr naher Verbindung bleibt, dasselbe nicht durchdringt und weiter geht,
4. daß der bestrichene Raum bei Mörsern nicht in Rechnung gezogen werden darf, sondern daß es sich bei der Wirkung ihrer Geschosse lediglich um Treffen eines bestimmten Zielpunktes handelt.

Die starkgekrümmte Flugbahn macht die Wirkung der Mörser von der Beschaffenheit des Terrains, von dessen Gestaltung unabhängiger, als die der andern Geschützgattungen, und eignet sie zur Bekämpfung gedeckter Ziele.

Die Bedingungen, daß das Bewegungsmoment der Geschosse aus Mörsern durch die Fallhöhe (Länge des niedersteigenden Astes) geregelt wird und daß die treffenden Geschosse im Ziele stecken oder doch in sehr großer Nähe desselben liegen bleiben, geben das Maß für die geringste bei Mörsern anwend-

bare Elevation ab, und hieraus bestimmt sich je nach der höchsten dem Mörser zugeschriebenen Schußweite das Maximum seiner Ladung als Grundlage seiner Konstruktion. Hieraus folgt:

5. Die Elevationen werden bei den Mörsern als die Basis für das Bewegungsmoment des Geschosses (Fallkraft), die Ladungen dagegen als die Regulatoren der Fallhöhe, als das Maß der Fallkraft und als Maß für die Schußweiten benutzt.

6. Die Elevationen werden endlich benutzt, um die Flugbahn je nach der Lage des Zieles zur Deckung und zur Höhe der letztern zu gestalten, die Trefffähigkeit zu begründen.

7. Die Ladung ist mithin von der gegebenen Elevation und Schußweite abhängig zu machen.

Während demnach bei Kanonen die Ladung durch die Natur und den Zweck des Schusses zu einer gegeben Größe wurde, ist dieß bei Mörsern mit der Elevation der Fall. Es ist mithin:

8. Die durch die kleinste für den Mörser anwendbare Elevation und durch die größte verlangte Schußweite desselben sich ergebende Ladung zur Basis der Konstruktion zu wählen.

Die im §. 56 von 1—4 entwickelten allgemeinen Gesetze der Geschützrohrkonstruktion finden nunmehr auf Grund des vorstehenden Gesetzes auch hier volle Anwendung, wogegen sich die im §. 56 unter 5—9 ausgesprochenen Sätze hier anders gestalten müssen. Wir erhalten demgemäß:

9. Die Krümmung der Flugbahn (Elevation) ist für einen gegebenen Gebrauchsfall, als eine durch das zu erzeugende Fallmoment des Geschosses und durch die Lage und Dekkung des Zieles gegebene Größe, ohne Nachtheil für die Wirkung und Wahrscheinlichkeit des Treffens keiner merklichen Veränderung fähig. Mithin ist:

10. die Wirkung aus Mörsern keiner großen Fügsamkeit zu unterwerfen.

Da die Wirkung der Mörsergeschosse vorherrschend durch die Elevation des Geschützes, weniger durch dessen innere Einrichtung und Ladung und außerdem durch die dem Geschoß verliehene eigenthümliche Wirkung begründet ist, da ferner die Trefffähigkeit durch die Elevation erzeugt werden muß, so erlangt:

11. Der Begriff: Wirkung des Geschützes bei Mörsern seine niedrigste Bedeutung.

Bei den Mörsern ist die Wirkung der Geschosse und die Wahrscheinlichkeit des Treffens unabhängiger von der Konstruktion des Geschützrohres, wie bei jeder andern Geschützgattung, denn es ist klar, daß, je näher die Geschoßbewegung der lothrechten Erhebung rückt, je mehr sie sich der entgegengesetzten Richtung des freien Falles nähert, je mehr also der aufsteigende Ast der Richtung und Gestalt nach dem niedersteigenden ähnlich werden muß, um so weniger kann das Geschützrohr auf die Gestalt der Flugbahn, wenn auch auf deren Länge einwirken.

Offenbar ist dieß ein großer Vortheil für die Konstruktion des Mörserrohres, und derselbe würde sich durch eine merklich größere Wahrscheinlichkeit des Treffens aus Mörsern im Vergleiche mit andern Geschützgattungen aussprechen, wenn nicht der Natur der Sache nach das Treffen wagerechter Zielflächen, besonders wenn sie durch dicht vorliegende Masken geschützt sind, und das Treffen bestimmter Zielpunkte ungleich schwieriger fiele, als das aufrecht stehender ungedeckter Flächen.

Es ist deshalb auch ohne innern Widerspruch erklärlich, daß die Trefffähigkeit der Mörser weit kleiner ausfällt, als es der geringe Einfluß des Mörserrohres auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens erwarten läßt.

Die Mörser stehen mithin ihrem innersten Wesen, ihrer Bestimmung nach im vollen Gegensatze zu den Kanonen, und es muß sich dieß auch in ihrer Konstruktion aussprechen, wenn

anders diese ein reiner Ausdruck ihrer Bestimmung geworden ist.

Da die langen Kanonen und die Mörser aus den beiden Grundkombinationen entstanden sind, welche man aus der Anfangsgeschwindigkeit und der Elevation bildete und nicht ohne nachtheiligen Einfluß auf die Wirkung wesentlich umstimmen darf, so müssen sie auch als die gewissermaßen unantastbaren Grenzpunkte angesehen werden, in deren Zwischenraum sich eine entsprechende Reihe von Uebergangsgeschützgattungen einzufügen hat. Wenn man den Grundsatz als richtig anerkennt, daß die gedachten beiden Grundkombinationen für die Flugbahngestalt nur dann zu ihrem höchsten Ertrage gelangen werden, je mehr sich die eine der geraden Linie nähert, also auf eine je größere Ladung sie gestützt werden kann, und je mehr die andere sich der regelmäßig gekrümmten Bahn zuwendet, mithin je schwächer die Anfangsgeschwindigkeit (die Ladung) ist, oder je mehr sich der Luftwiderstand einer gleichförmigen Größe nähert, so wird man weder an eine große Verkürzung der langen Kanonen, noch an eine erhebliche Verlängerung der Mörser denken dürfen.

Während man bei den langen Kanonen die Absicht hat, den Einfluß der Schwerkraft auf die Flugbahn, so weit es irgend angeht, zu schwächen und dadurch die höchste Stoßkraft des Geschosses, die höchste beherrschende Kraft desselben und die höchste Wahrscheinlichkeit des Treffens zu begründen, so sucht man bei den Mörsern den Einfluß des Luftwiderstandes möglichst unschädlich, möglichst gleichförmig zu machen und auf diesem Wege die Wirkung des Geschosses, die Fügsamkeit der Flugbahn zum Aufsuchen gedeckter Zielflächen und die Wahrscheinlichkeit des Treffens zu gewinnen.

Man muß also offenbar danach streben, mit den langen Kanonen und mit den Mörsern jenen gedachten beiden Grundideen in der zulässig größten Ausdehnung und Reinheit zu genügen und sich dadurch natürliche Grenzpunkte für die Reihe

der Geschützgattungen zu bilden. Wie viel davon abhängen muß, mit welcher Reinheit, Bestimmtheit und Konsequenz jene beiden äußersten Geschützgattungen die ihnen entsprechende Grundidee ausdrücken, bedarf keiner Erläuterung.

Wie empfindlich die dazwischen eingeschobenen Uebergangsgeschütze für die Größe des Raumes sind, welchen sie ausfüllen sollen, wie sehr sie die Reinheit und Bestimmtheit in der Grundidee und Konstruktion der beiden äußersten Geschützgattungen in sich aufnehmen werden, ist beim ersten Blicke klar. Es ist mithin eine höchst wichtige und auf das ganze Artilleriesystem einflußreiche Frage, wie weit man in der Verkürzung der langen Kanonen und in der Verlängerung der Mörser gehen darf, ohne ihre eigentliche Bestimmung zu verletzen und es wird um so schwieriger, den Raum zwischen beiden durch eine wohlgeregelte Stufenleiter charakteristisch geschiedener, ihrem Wesen nach nicht in einander verschwimmender Zwischenglieder auszufüllen, je kleiner der Abstand der äußersten Geschützgattungen wird. Man kann auf dem unvorsichtig betretenen Wege einer an sich wünschenswerthen Vereinfachung des Artilleriesystemes leicht in ein System von halben Maßregeln verstrickt werden und in Gefahr kommen, die Wirkungssphäre der Haupt- und Zwischengeschützgattungen auf Kosten der Leistungsfähigkeit vergrößern zu müssen, weil die einzelnen Glieder einander so nahe gerückt sind, daß es ihnen an der unerläßlichen Individualität, an Schärfe und Bestimmtheit ihres Zweckes und Gebrauches und an innerer, klar hervortretender Nothwendigkeit ihrer Existenz gebricht.

In der klar hervortretenden Individualität und Nothwendigkeit aller Glieder eines Geschützsystemes, in der Richtigkeit und Schärfe ihrer Abstände, in der daraus folgenden Reinheit und Bestimmtheit ihrer Konstruktion ist die Leistungsfähigkeit und wirkungsvolle Fügsamkeit der Artilleriewaffe in allen verschiedenen Gebrauchsfällen begründet. Hierin muß jedes Ar-

tilleriesystem sein höchstes Problem suchen und die Kritik ihr Urtheil abmessen.

Nach Einschaltung dieser allgemeinen Ansichten, welche zum Verständniß des Wesens eines Geschützsystemes und zur Gewinnung eines festen Standpunktes für die Konstruktion der Mörser und Zwischengeschützarten nothwendig erschien und schon früher erfolgt wäre, hätten die vorangegangenen Erörterungen die hierzu nothwendige Reife ohne Zwang erlangen zu können, gehen wir nunmehr zur nähern Konstruktion des Mörserrohres über, und müssen nur noch erwähnen, daß, wenn man sich für die größte Schußweite entschieden hat, welche mit dem Mörser erreicht werden soll, die der Schußweite günstigste Elevation zur Bestimmung der Ladungsgröße dienen muß, welche alsdann zur Konstruktionsbasis wird.

Denn nur in dieser Kombination von Elevation und Ladung wird der Idee der hochgekrümmten Flugbahn am vollkommensten und mit dem höchsten Nutzeffekte Genüge geleistet.

Hierdurch gelangt man zu der am höchsten gekrümmten und zugleich der größten Schußweite, mithin auch der kleinsten Anfangsgeschwindigkeit und zu der der kleinsten Ladung entsprechenden Flugbahngestalt *).

*) Wenn wir oben von der hochgekrümmten Flugbahn und größten Schußweite sprechen, so ist damit nur die mit der größten Schußweite vereinbare höchste Flugbahnkrümmung, etwa 45°, zu verstehen, denn nur in dieser Kombination ist der höchste Nutzeffekt ihrer beiden Elemente, Ladung und Elevation, gegeben.

Wenn man bei Mörsern auf Kosten der Schußweite größere Elevationen anwendet, so kann dieß nur durch besondere Forderungen gerechtfertigt werden, und man wird, so lange es geht, in diesen Fällen die allgemeine Regel festhalten, gleichzeitig kürzere Schußweiten zu wählen, wenn man größere Elevationen anwenden muß, als die der größten Schußweite entsprechende, und zwar im Interesse der Hauptsache, der Wahrscheinlichkeit des Treffens und der Dauer der Geschütze. Man wird also in solchen besondern Fällen, wenn es nur irgend ausführbar ist, näher an das Ziel rücken.

Wir erhalten demnach als Schluß der allgemeinen Gesetze für die Mörserkonstruktion:

12. Die zur Erreichung der größten geforderten Schußweite des Mörsers bei 45° Elevation erforderliche Ladung ist als Konstruktionsbasis desselben zu betrachten.

Dieses Gesetz ist als die aus der Natur des Mörsers abgeleitete Ermäßigung des 8ten Gesetzes anzusehen.

§. 68.

Die Kammer des Mörsers.

Die im §. 57 von 1—7 aufgestellten Gesetze bilden auch für die Mörser die Grundlage der Kammerkonstruktion.

Um die nähern Konstruktionsbedingungen für die Mörserkammern zu gewinnen, müssen wir uns zuvörderst ins Gedächtniß zurückrufen, daß die Mörser zur Erzeugung der am meisten gekrümmten Flugbahnen bestimmt sind, daß sie mithin eine im Verhältnisse zum Geschoßgewicht sehr geringe Ladung erhalten müssen und daß, während die Elevation zur konstanten Basis für die Flugbahngestalt und für die Richtung des Geschoßfalles gewählt, die Ladung zum Regulator der Schußweite und der Fallhöhe benutzt wird.

Danach ergibt sich als erste Konstruktionsbedingung: eine im Vergleiche zum Geschoßgewicht sehr kleine und dabei nach Maßgabe der geforderten Schußweiten und Fallhöhen sehr veränderliche Ladung.

Je kleiner aber die Ladung ist und je merklichere Veränderungen mit derselben vorgenommen werden sollen, desto stärker werden alle die Entzündung und Verbrennung des Pulvers, so wie die Größe und Gleichförmigkeit seiner Kraftäußerung gegen das Geschoß berührenden Einflüsse hervortreten. Sollen daher die kleinsten der zur Anwendung gelangenden Ladungen nicht in ein ihrer Größe zu ungünstiges Raum- und Formverhältniß gelangen, soll die Spannkraft der kleinsten Ladungen (Dichtig-

keit ihrer Gase) nicht zu merklich von derjenigen der größern abweichen und die Gleichförmigkeit der Pulverwirkung in Bezug auf Intensivität des Stoßes nicht zu verschieden ausfallen, so muß als zweite Konstruktionsbedingung festgehalten werden, daß der Kammer nur der nothwendigste innere Raum gegeben wird.

Je kleiner ferner die Ladung ist, um so unerläßlicher wird es, die Wirkung derselben auf das Geschoß so viel als möglich zu koncentriren, d. h. man muß die Ladung auf einen so kleinen Theil der Oberfläche des Geschosses einwirken lassen, als es irgend zulässig ist.

Hieraus ergibt sich als dritte Konstruktionsbedingung: Eine möglichst enge Kammer.

Es treten mithin zwei Fragen bei der Mörserkammer in den Vordergrund, der kubische Inhalt und die Kammerweite, aus denen alsdann die Länge von selbst erwächst.

Der kubische Inhalt muß nicht allein genügen, die stärkste für den Mörser bestimmte Ladung aufzunehmen, sondern auch die Bedingung erfüllen, daß dieselbe in der Kammer vollständig zersetzt ist, bevor das Geschoß merklich vorgerückt wird, damit nicht durch die zuerst entwickelten Gase ein Theil der vordern noch nicht völlig zersetzten, aber bereits aus der Stelle geschobenen Pulverkörner aus der Kammer in den Flug geworfen und dadurch in ganz andere Spannungsverhältnisse gebracht werden kann.

Die Kammer muß mithin noch für die stärkste Ladung einen zur völligen Zersetzung ausreichenden **Bewegungsraum** dem unverbrannten Theile der Ladung gewähren, darf also nicht von der stärksten Ladung bei der der größten Schußweite günstigsten Elevation gefüllt werden *).

---

*) Die Erfahrungen, welche man über die Verlängerung der Kam-

Je enger und kleiner die Kammer ist, desto empfindlicher wird sie für die Schichtung des Pulvers in ihrem innern Raume, und es ist leicht erklärlich, daß, wenn man das Pulver über eine gewisse Dichtigkeit der Lagerung in die Kammer zwängen und noch durch besondere Hüllen in Form der Kartuschen (Patronen) zusammenhalten wollte, der vordere Theil der Ladung um so leichter und weiter von den bereits entwickelten Gasen vorgerückt und unverbrannt in den Flug geschleudert werden würde, wenn nicht ein mit den obigen Bedingungen im Widerspruche stehender sehr großer Bewegungsraum in der Kammer vorhanden wäre. Und ohne diesen sehr großen Bewegungsraum würde bei Anwendung von Kartuschen oder bei zu dichter Körnerlagerung eine sehr empfindliche Ungleichförmigkeit der Pulverladung hervorgerufen werden. Hieraus ergibt sich:

Die Mörser müssen mit losem Pulver und in sehr gleichförmiger Lockerheit geladen werden.

Um nun den Bewegungsraum in der Kammer für die stärkste Ladung so klein als irgend angängig konstruiren zu können, müssen alle auf die Bewegung der noch nicht völlig zersetzten Körner einwirkenden Elemente hierauf berechnet werden. Um uns nicht zu unterbrechen, mögen diese Elemente am Schlusse dieses Paragraphen Platz nehmen und hier einstweilen vorausgesetzt werden.

Auf Grund der bisherigen Bedingungen sind wir erst im Stande, die Größe des Kammerraumes in ein allgemeines Gesetz zu bringen.

---

mern in Bezug auf gleichförmige Pulverwirkung und naturgemäß auch auf Wahrscheinlichkeit des Treffens, auf Größe der Längenstreuung der Geschosse gemacht hat, und welche schon der bei gleichem Inhalte längern cylindrischen Kammer den Vorzug vor der konischen gegeben haben, sprechen für den wichtigen Einfluß des hier in Anspruch genommenen Bewegungsraumes.

Die Piobertschen verlängerten Kartuschen sind nichts als eine verlängerte Kanonenkammer, als ein größerer Bewegungsraum derselben.

Um die weitesten Entfernungen zu erreichen, wählt man aus selbstverständlichen Rücksichten die den größten Schußweiten günstigsten Erhöhungen, damit man zu starken Ladungen ausweichen kann, und hiernach bestimmt sich je nach der geforderten größten Schußweite die stärkste für den Mörser bestimmte Ladung.

Diese stärkste Ladung muß man aber grundsätzlich auch bei den niedrigsten Mörser-Elevationen, welche das Liegenbleiben des Geschosses sicher stellen, noch anwenden können, und zwar nach obiger Bedingung in loser Form und lockerer Schichtung. Hierdurch bestimmt sich gleichzeitig das Minimum des verlangten Bewegungsraumes in der Kammer. Wir erhalten daher als allgemeines Gesetz für den Inhalt der Kammer:

1. Die Kammer muß bei der niedrigsten Elevation des Mörsers die stärkste Ladung in loser und lockerer Schichtung aufnehmen können.

Bei der Elevation der größten Mörserschußweite wird nun das Pulver sich tiefer und vollständiger in den Kammerraum einlagern und dadurch vor sich den natürlichen und größten Bewegungsraum gewinnen, wie ihn die Konstruktion mit sich bringt.

Was nun die Weite der Kammer betrifft, so bedingt sich durch sie, nachdem die Größe des innern Raumes festgestellt ist, die Dichtigkeit der entwickelten Pulvergase in gleicher Größe, mag die Kammer weit oder enge sein, und es kommt daher dieses Element der Pulverwirkung nicht weiter in Betracht.

Dagegen ist die Größe der Kammeroberfläche und der vom Pulvergase zu treffenden Oberfläche des Geschosses von um so größerer Wichtigkeit, je kleiner und veränderlicher die Ladungen werden, denn diese Oberfläche, mit welchen die entwickelten Gase in Berührung treten, entziehen diesen je nach ihrer Größe und Wärmeleitung um so mehr Wärme und Spannkraft *).

*) Wie bedeutend der Einfluß ist, welchen die Größe der Kammeroberfläche auf die Wärmeentziehung möglicher Weise gewinnen kann, geht

Hieraus folgt als Gesetz für die Proportionirung der Weite und Länge:

2. Die Kammer muß für den ihr zugemessenen räumlichen Inhalt die geringste Oberfläche erhalten.

Dieß ist der Fall, wenn der cylindrische Theil der Kammer, deren Inhalt wir J, deren Bohrungsweite wir d, deren Höhe wir h nennen wollen, dergestalt proportionirt wird, daß: $d = 2\sqrt[3]{\frac{J}{2\pi}}$ und $h = \sqrt[3]{\frac{4J}{\pi}}$ wird, denn alsdann ist die Oberfläche auf ihr Minimum zurückgeführt.

Aus diesen beiden Formeln ist ersichtlich, daß:

3. Die Kammer im cylindrischen Theile so lang als weit sein muß.

Dieses Gesetz wird in der Praxis um so strenger festgehalten werden müssen, je kleiner die Ladungen werden.

Wer aufmerksam beobachtet hat, wird gefunden haben, daß sich bei kleinen Ladungen schneller eine starke Pulverkruste in der

---

daraus deutlich hervor, daß bei Mörsern das Mundstück am schnellsten und stärksten erwärmt wird, etwas weniger das Mittelstück, während das Metall über der Kammer in einer verhältnißmäßig sehr niedrigen Temperatur verbleibt.

Diese Erscheinung, welche man bei jedem Schießen mit nicht zu kleinen Ladungen und bei nicht zu großen Schußpausen deutlich wahrnehmen kann, ist zum bei Weitem größten Theil nur dem Größenverhältnisse zwischen den Oberflächen des Fluges, des Kessels und der Kammer zuzuschreiben.

Wenn man nun beispielsweise bei Mörsern wahrnehmen kann, daß sie selbst bei mittlern Ladungen, bei großen Schußpausen, bei kühlem Wetter und bei broncenen Röhren schon nach einigen Schüssen sich bis zu einer Temperatur von mehr als 15° erhitzen, welche Wärmemenge gehört dann dazu, so große Metallmassen durch wenige Schüsse so weit zu erwärmen.

Wenn nun wenige Schüsse so große Wärmequantitäten an das Rohrmetall abgetreten haben und man nicht bezweifeln kann, daß die einzelnen Schüsse ungleichmäßig dazu beigetragen haben, so wird man die Größe der Kammeroberfläche nicht mehr für gleichgiltig ansehen können.

Kammer und im Fluge bildet, als bei größern Ladungen desselben Pulvers und unter gleichen Umständen. Dieß ist lediglich die Folge des für die kleinen Ladungen zu starken Wärmeverlustes, wodurch ein größerer Theil der Kohle am Verbrennen gehindert wird und sich unverändert an den Seelenwänden niederschlägt. Wenn die Ladungen sehr klein werden, so kann dieß wesentlich zur Ungleichförmigkeit der Wirkung beitragen. Es scheint, als wenn man bisher auf das Element des Wärmeverlustes nicht sehr geachtet hat, man kann daher wohl häufig in den Fall gekommen sein, die zu Tage tretenden Wirkungen des Wärmeverlustes für Erscheinungen andern Ursprunges zu halten, und man ist dann entweder in Gefahr gerathen, sie umrichtig zu erklären und zum Nachtheil anderer Elemente zu bekämpfen, oder dieselben in die eben so weite als bequeme Vorrathskammer der unvermeidlichen Abnormitäten und Anomalieen zu verweisen.

Aus den bisherigen Betrachtungen dieses Paragraphen ist klar geworden, daß, je mehr die Kammern auf die Anwendung kleiner Ladungen berechnet werden müssen, diese letztern auch um so empfindlicher für Alles werden, was die Gleichförmigkeit der Pulverwirkung nur irgend berühren kann. Wir haben schon erwähnt, daß für Mörser nur loses Pulver in sehr gleichförmiger Lockerheit zu Ladungen verwendet werden darf, und diese Gleichförmigkeit der Pulverlagerung wird nur zu erlangen sein, wenn:

4. Die Ladung beim Einbringen in die Kammer sich in völlig freier und natürlicher Schichtung einlagert und hierbei in keiner Weise gestört wird.

Jede Bewegung der noch nicht völlig zersetzten Pulverkörner muß alsdann, um nicht einen unverhältnißmäßig großen und schädlichen Bewegungsraum in der Kammer nothwendig zu machen, auf alle Weise verhindert werden, es ist daher unbedingt nothwendig:

5. Sich bei Mörsern stets der zulässig schwächsten Zündungsmittel zu bedienen.

Hierdurch wird nun die erste Entzündung mit der erreichbar größten Gleichförmigkeit eingeleitet, aber auch außer alle Beziehung zur Größe der Ladung gebracht, so daß wir, während die erste Entzündung zu einer konstanten Größe zurückgeführt wird, in der Fortpflanzung des Feuers durch die ganze Ladung ein eben so veränderliches Element erhalten, als es die Ladung selbst ist.

Gegen diese Veränderlichkeit des Verlaufes der Entzündung und vollständigen Verbrennung des Pulvers muß man um so mehr einzuwirken suchen, je weniger die Kammer Bewegungsraum darbietet und je schwächer das Zündungsmittel gewählt werden muß. Daher ist vor allen Dingen die Größe der Pulverkörner auf das Sorgfältigste der Ladung zuzumessen.

Wenn die Ladung noch nicht so groß geworden ist, daß sie bei freier Schichtung noch nicht an das Zündloch heranreicht, so daß das durch das Zündloch in die Kammer einströmende Feuer sich sogleich strahlenförmig über die freiliegende Oberfläche des Pulvers verbreiten kann, so wird auch die Fortpflanzung des Feuers durch die ganze Ladung von der Größe derselben ziemlich unabhängig werden, so daß für diesen Fall eine und dieselbe Größe des Pulverkornes gerechtfertigt erscheint, denn die größere Ladung bietet auch dem einströmenden Feuer eine größere freie Oberfläche dar.

Nun wird zwar der Verschluß des Zündlochs durch die frei eingeschichtete Ladung bei niedrigen Elevationen um so später erfolgen, je kleiner der Elevationswinkel ist, allein da für dieselbe Ladung bei höhern Elevationen und demgemäß frühern Verschluß des Zündlochs die Kammer auch einen größern Bewegungsraum gewährt, so erscheint es als ein der Inhaltsbestimmung der Kammer analoges und natürliches Gesetz:

6. Für Ladungen, welche bei freier Schichtung und bei der

niedrigsten Elevation des Mörsers das Zündloch eben noch frei lassen und eine völlig freie Verbreitung des durch das Zündloch einströmenden Feuerstrahles über die freiliegende Oberfläche der Ladung gestatten, feinkörniges Pulver zu wählen, für stärkere Ladungen dagegen ein angemessen gröberes Pulver.

Nur unter dieser Bedingung erscheint es möglich, die Ladung bei jeder der Kammer angemessenen Größe unter allen Umständen vollständig in der Kammer selbst zu verbrennen und so diese letztere zum wahrhaften und zuverlässigen Behälter für den Verbrennungsprozeß der Ladung, also auch zum alleinigen Regulator der Gasspannung und des vollen Pulverstoßes gegen das Geschoß zu machen, den Kessel und Flug dagegen auf den Einfluß zu beschränken, welcher nur die Nachwirkung des Pulvers berühren kann. Je schwächer nun die Ladung, mithin auch die Nachwirkung derselben auf das bewegte Geschoß ist, je mehr demnach die ganze Pulverwirkung auf den ersten Stoß gegen das Geschoß zurückgeführt wird, desto mehr ist die Empfindlichkeit kleiner Ladungen gegen störende Einflüsse auf ihre gleichförmige Wirkung gesichert.

Durch das ad 6 angegebene Gesetz ist für jede Kammer ein bestimmter Grenzpunkt für die Anwendung des feinen und gröbern Pulvers gegeben und der praktischen Durchführung dieses Gesetzes stehen um so weniger Schwierigkeiten entgegen, da im Festungskriege den Geschützen, namentlich den Mörsern, nicht allein eine ausreichende Zeit für eine stets sehr sorgsame Bedienung gewährt ist, sondern auch bei der längere Zeit hindurch konstant bleibenden Entfernung und Unverrückbarkeit der Ziele, so wie bei der Seltenheit und, der Natur des Festungskrieges gemäß, bei der ziemlich gesicherten Voraussichtlichkeit eines schroffen Ladungswechsels bei demselben Geschütz und in derselben Stellung desselben, der Bedarf eines verschiedenen Pulverkornes stets befriedigt werden kann. Die Unbequemlichkeit der Anwen-

dung eines verschiedenen Pulverkornes kann aber bei der Wichtigkeit, welche die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Treffens mit Mörsern hat, um so weniger zur Sprache kommen, je verhältnißmäßig ungenügender dieselbe bisher war, je schwieriger dieselbe ihrer Natur nach bei Mörsern zu erlangen ist und je einflußreicher die Größe des Kornes bei kleinen Ladungen sein muß.

Wenn nun bei den Mörsern ihrer Natur und Bestimmung gemäß mit allen Mitteln danach gestrebt werden muß, die ganze Pulverwirkung auf einen möglichst großen ersten Stoß und eine um so geringere Nachwirkung gegen das Geschoß zurückzuführen, sie durch die Kammer zu regeln und von dem Fluge, resp. dem Kessel, unabhängig zu machen, so darf auch kein mit diesem Zwecke in Berührung tretendes Mittel unbeachtet bleiben, und um so weniger, je weiter man die Veränderlichkeit der Ladung, die Fügsamkeit der Flugbahn und der Wirkung ausdehnen will.

Denn der Mörser ist in der That ein sehr empfindliches Geschütz und kann eine oberflächliche summarische Behandlung nicht ertragen, dieß bethätigt seine im Vergleiche zu andern Geschützgattungen fast launenhaft zu nennende Ungleichförmigkeit der Wirkung. Es wird nach dem Bisherigen kaum als ein zu kühner Vorwurf erscheinen, wenn man behauptet, daß mit dem Mörser bisher weder bei der Konstruktion, noch bei der Anwendung fein genug umgegangen worden ist.

Es erscheint, beiläufig bemerkt, zur Erleichterung des Konstruktionsproblems der Mörser unerläßlich, die Entfernung, auf welche sie wirksam werden sollen, so weit zu reduziren, als es durch die Natur der starken Flugbahnkrümmung so dringend gefordert wird.

Wenn man die Anwendung der Mörser erst bei den durch den förmlichen Angriff bedingten Schußweiten eintreten läßt und für eine größere Entfernung die Uebergangsgeschütze (kurze

Kanonen und Haubitzen) an ihre Stelle setzt, so wird ein zu bedeutender Ladungswechsel der Mörser umgangen, und nur dann ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit des Treffens derselben zu einer befriedigenden Höhe hinaufzuführen.

„Es bleibt ein für Mörser unumstößliches Gesetz, bei ihnen sich auf die zulässig schwächste Ladung, als die natürliche Grundbedingung starkgekrümmter Flugbahnen, zu beschränken und dadurch zu starken Ladungen und zu grellem Ladungswechsel aus dem Wege zu gehen."

§. 69.

Der Flug und Kessel des Mörsers.

Wenn wir nach dem vorigen Paragraphen voraussetzen, daß die Kammer einen zur vollständigen Zersetzung des Pulvers ausreichenden Raum hat, daß mithin kein unzersetztes Pulverkorn mehr vorhanden ist, wenn das Geschoß aus der Stelle gerückt wird, setzen wir ferner voraus, daß die Entzündung und die Ladung nach den Gesetzen des vorigen Paragraphen geregelt worden sind, und nehmen wir den Grundsatz an, daß man bei Mörsern die Pulverwirkung, namentlich deren Gleichförmigkeit so sehr als es geht, von dem Einflusse des Kessels und Fluges auf die Gasspannung unabhängig machen muß, so erhalten wir als Grundlage der Konstruktion des Kessels und Fluges:

1. Das Geschoß muß die Kammermündung verschließen und
2. Der Flug muß eine auf die sehr geringe Nachwirkung des Pulvers gegen das Geschoß berechnete Länge erhalten.

Aus dem ersten Gesetz folgt unmittelbar:

3. Der Flug muß sich in solcher Form an die Kammer anschließen, daß das Geschoß stets die Kammermündung vollkommen und gleichmäßig schließt, also in sphärischer Gestalt.

Man nennt diesen halbkugelförmigen Theil des Fluges den **Kessel**.

4. Der Kessel darf nur den nothwendigsten Spielraum erhalten.

Hat der Kessel einen merklichen Spielraum, einen größern Bohrungs-Durchmesser als der Durchmesser des Geschosses, so wird letzteres nur bei den größern Elevationen die Kammer vollständig schließen, bei den geringern dagegen den obern Kammerrand frei lassen und den Pulvergasen eine Oeffnung zum Ueberströmen des Geschosses und zum Erzeugen der Geschoßanschläge gewähren. Dieß muß aber bei den kleinern Ladungen sorgsam vermieden werden, wenn man nicht ihre Wirkung empfindlich schwächen und ungleichförmig machen will. An den Kessel schließt sich der cylindrische Theil des Fluges unmittelbar an.

Wenn man die Länge des Fluges nach der größten Ladung des Mörsers abmißt, so daß derselbe die beschleunigende Nachwirkung der größten Ladung noch nutzbar macht, so muß man dafür auch bei allen merklich kleinern Ladungen den empfindlichen Einfluß der Geschoßanschläge in den Kauf nehmen. Offenbar würde dieß ein Nachtheil für die bei Weitem größte Mehrzahl der Gebrauchsfälle sein, da die stärksten Ladungen seltner als die mittlern und kleinen zur Anwendung kommen, und der Mörser würde summarisch an Leistungsfähigkeit verlieren.

Es würde, selbst wenn der cylindrische Theil auf das geringste, für die stärkste Ladung noch irgend angemessene, Längenmaß herabgesetzt worden wäre, die Trefffähigkeit des Mörsers mit kleinern und mittlern Ladungen noch immer beeinträchtigt bleiben, wenn sich kein erfolgreicher Mittelweg auffinden ließe.

Erinnern wir uns aber der Gesetze des §. 61, namentlich des dritten, so folgt, daß die Mündung des Mörsers eine lange Austrichterung erleiden kann. Die in der Kammer vollständig erfolgte Entzündung und Verbrennung, die im Verhältniß zur Geschwindigkeit der Gasausdehnung langsame Bewegung des

schweren Geschosses, die im Verhältniß zu den mittlern und kleinen Ladungen zu große Fluglänge berechtigen zu einer längern Austrichterung des Rohres.

Wenn man daher den cylindrischen Theil des Fluges so lang macht, daß er bei den mittlern Ladungen und geringsten Erhöhungen, wo sich das Geschoß am leichtesten in Bewegung setzt, noch für die Nachwirkung hinreicht, und man ermittelt dann auf dieselbe Weise die cylindrische Fluglänge für die stärkste Ladung, so dürfte durch den Unterschied beider Längen das natürliche Maß für die Austrichterung gegeben sein.

Weil man zur Erreichung der größten Schußweiten, wie mehrfach erwähnt, sich auch der günstigsten Elevationen oder der höhern bedient und nur in diesen Fällen zu den stärksten Ladungen greifen wird, und weil bei diesen höhern Elevationen das Geschoß auch schwerer auf der Kammermündung lastet, dem Pulver mehr Widerstand entgegensetzt, so wird die auf die gedachte Weise bestimmte Länge des cylindrischen Fluges und der Austrichterung auch der Beschleunigung der stärksten Ladung angemessen sein, um so mehr, da durch die Austrichterung der letzte Aufschlag ganz vermieden oder doch gemildert wird, während sie doch immer noch, wenn auch eine geschwächte Nachwirkung gestattet.

Für die mittlern und kleinen Ladungen wird der diesen so nachtheilige Aufschlag in der Nähe der Mündung ganz umgangen werden. Wir erhalten demnach:

5. Der cylindrische Theil des Fluges ist seiner Länge nach durch die Nachwirkung der mittlern Ladungen bei den kleinsten Elevationen zu bestimmen.

6. Die Länge der Austrichterung ist so zu bestimmen, daß die dadurch entstehende ganze Fluglänge der Nachwirkung der stärksten Ladung bei den kleinsten Elevationen entsprechen würde.

Wenn die eben entwickelten Gesetze auch noch der praktischen

Bestätigung bedürfen, und vor der Hand nur einen hypothetischen Werth in Anspruch nehmen können, so kann doch auf der andern Seite nicht bezweifelt werden, daß nur auf diesem Wege die Trefffähigkeit des Mörsers von der Stärke der Ladungen unabhängiger, als bisher, gemacht werden kann. Erst alsdann, wenn der Mörser nicht mit der Veränderung der Ladung auch gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit des Treffens ändert, wird man seine Konstruktion als eine vollendete ansehen dürfen, so weit dieß in der Wirklichkeit überhaupt verlangt und erwartet werden kann, und erst dann ist man bei ihm zu einem freien Gebrauche der Ladungen berechtigt. Bis dahin wird sich immer die Erscheinung wiederholen, daß, wenn man die Ladung über eine gewisse Grenze verringert, die Flugbahnen und Schußweiten sich unregelmäßiger, als vorher, zu gestalten beginnen, und die Wahrscheinlichkeit des Treffens sichtbar abnimmt.

§. 70.

Die Metallstärke des Mörsers.

In Betreff der Größe der Metallstärke und ihres Einflusses auf die Gleichförmigkeit der Wirkung beziehen wir uns auf die Gesetze des §. 62, und bemerken nur noch, daß, wenn auch die mit den Pulvergasen in erste Berührung tretende Oberfläche der Kammer an sich gering ist, dafür aber auch die Ladung nur klein und für den Wärmeverlust, namentlich für die Ungleichförmigkeit desselben sehr empfindlich bleibt, daß man mithin auch bei den Mörsern durch die zulässig größten Metallstärken auf die Gleichförmigkeit des Wärmeverlustes hinzuarbeiten hat.

Die im Verhältniß zur Kammeroberfläche und noch mehr zur Größe der Ladung bedeutende Oberfläche des Geschosses, Kessels und Fluges entziehet den Gasen, so wie sie die Kammer verlassen, eine plötzlich und bedeutend gesteigerte Wärmemenge, drückt dadurch eben so plötzlich und stark die Temperatur der

Gase herab, stört den Strom und die Geschwindigkeit der Gase, indem sie beide mächtig umgestaltet, und wirkt auf die Ausströmung aus der Kammer zurück. Die in den Kessel austretenden Gase, indem sie mit einer plötzlich eintretenden großen Ausdehnung gleichzeitig an Wärme und Spannkraft verlieren, werden aus der durch die Kammer vorgezeichneten Richtung und cylindrischen Stromgestalt abgelenkt und zerstreut, und entziehen in unmittelbarer Folge den in der Kammer noch befindlichen Gasen so viel Wärme und Tension, bis das Gleichgewicht im Gasfluidum hergestellt ist. Wenn man nun diesen störenden Prozeß einer plötzlich wachsenden Gasausdehnung und abnehmenden Tension nicht umgehen kann, so hat man nur zwei Mittel, denselben für die Gleichförmigkeit der Wirkung unschädlich zu machen, nämlich, indem man bei Mörsern die Pulverwirkung mit einem vorherrschend großen ersten Stoße gegen das Geschoß wirken läßt, und die Nachwirkung so gering als zulässig konstruirt; und zweitens, indem man die Ungleichförmigkeit der Wärmeentziehung durch die Metallstärke des Kessels und Fluges bekämpft. Das erste Mittel ist durch die Konstruktion der Kammer zu erreichen, das zweite durch eine Metallstärke, welche der Größe der die Wärme aufnehmenden Oberfläche der Bohrung des Kessels und Fluges, mithin auch der Menge der aufgenommenen Wärme dergestalt entspricht, daß keine zu bedeutenden Temperaturveränderungen in dem Metall über Kessel und Flug entstehen können.

Die spezielle Vertheilung des Metalls über Kammer, Kessel und Flug unterliegt den Rücksichten der Haltbarkeit, welchen nur noch hinzuzufügen bleibt, daß man das Metall über der Kammer verhältnißmäßig sehr stark konstruiren muß, weil, abgesehen von der erforderlichen Gleichförmigkeit der Kammertemperatur, die Kammer eine Zeit lang die volle Spannkraft der ganzen Ladung allein übertragen muß, und weil, wie wir sogleich sehen

werden, die Schildzapfen am Bodenstück des Mörsers angebracht werden müssen.

Im Uebrigen verweisen wir auf die nähern Entwickelungen des §. 62, aus denen sich die Beziehungen zur Mörserkonstruktion von selbst ergeben werden.

§. 71.

Die Schildzapfen des Mörsers. Vorderwucht.

In Bezug auf die allgemeinen Grundsätze der Schildzapfenkonstruktion hat sich bereits der §. 63 hinlänglich ausgesprochen, so daß hier nur noch über ihre nähere Beziehung zur Mörserkonstruktion Einiges hinzuzufügen bleibt.

Die starke Rückwirkung des Mörsers gegen die Laffete, namentlich aber ihre mehr dem Stoße sich annähernde, aus der Größe des ersten Stoßes gegen das Geschoß entsprechend hervorgehende Natur, so wie ihre Richtung, bedingen:

1. daß die Mörserschildzapfen so weit, als zulässig, vom Schwerpunkte des Rohres abgerückt werden, und zwar nach dem Boden des Geschützes hin, um einen möglichst starken Anschluß an das stärkste Metall des Rohres zu erlangen;
2. daß die entstehende Vorderwucht benutzt wird, den Stoß gegen die Schildzapfenlager zu schwächen. Hieraus folgt unmittelbar:
3. Die Schildzapfenaxe muß über die Seelenaxe erhöht und die Richtmaschine dem dadurch beim Schusse auf sie erfolgenden Drucke entsprechend stark konstruirt werden.
4. Je größer die Vorderwucht bei gleichem Stoße ist, d. h. je größer das Mörserrohr und je schwächer seine stärkste Ladung, desto weniger braucht die Schildzapfenaxe erhöht zu werden.
5. Je weiter mithin auch die Schildzapfenaxe vom Schwerpunkte nach dem Boden hingerückt ist, desto geringer kann die Erhöhung ausfallen.

Wenn die Schildzapfenaxe erhöhet wird, so wirkt der in der Seelenaxe erfolgende Rückstoß an dem durch das Erhöhungsmaß gegebenen Hebelsarme auf Drehung des Rohres um die Schildzapfenaxe und gleichzeitig auf Heben der Schildzapfen aus dem Lager. Der Stoß gegen die Lager wird mithin auch aus der Richtung der Seelenaxe abgelenkt und mehr auf den Rücklauf des Geschützes hinwirken. Gegen das Herausspringen des Rohres aus dem Lager, was übrigens nur bei einer sehr unverhältnißmäßigen und ungeschickten Erhöhung des Lagerpunktes zu befürchten sein dürfte, läßt sich durch geeignete Gestalt und Verstärkung der Lager ohne alle Schwierigkeiten und mit gesichertem Erfolge einwirken.

Wir werden später bei der Laffetenkonstruktion noch sehen, daß man das Lager in der Laffete so tief als möglich anordnen muß, um den Rücklauf zu erleichtern, den sogenannten Laffetenwinkel zu verringern, und bemerken dieß nur vorläufig, um den innern Zusammenhang der Schildzapfenlagerung mit dem Laffetenwinkel anzudeuten.

Es bleibt noch in Bezug auf die Schildzapfenstellung zu erwähnen, daß es zur Schonung des die Kammer umschließenden Metalls angemessen erscheint, die Schildzapfen wo möglich so zu stellen, daß

6. die Schildzapfenaxe den sphärischen Kammerraum durchschneidet.

Hier finden die Schildzapfen nicht allein das stärkste Anschlußmetall, sondern ihre Axe wird auch dem obern Kammerbogen und somit dem vollen Metall bei sonst gleicher Erhöhung des Lagerpunktes näher gebracht.

Es ist ferner klar, daß

7. die Mörserschildzapfen verhältnißmäßig sehr stark, ihre Scheiben sehr breit gehalten werden müssen, so wie, daß die Scheiben sich nur ganz allmählig in das Rohrmetall verlaufen dürfen.

Ueber die Entfernung der Richtmaschine vom Lagerpunkte gelten die im §. 63 entwickelten Ansichten, deren Beziehung zur Mörserkonstruktion keiner weitern Durchführung bedarf.

§. 72.

Die Einrichtungen znm Richten des Rohres.

Ueber die Bezeichnung der lothrechten Ebene durch die Seelenaxe an dem äußern Metall des Rohres, welche zum Nehmen der Linie bei Mörsern benutzt wird, und über die Anbringung einer mit der Seelenaxe parallelen und wagerechten Fläche, oder einer gegen die Seelenaxe senkrecht gerichteten, die lothrechte Ebene durch die Seelenaxe senkrecht schneidenden Fläche (Mündung) zur Abmessung der Elevation ist keine weitere Darlegung nothwendig.

§. 73.

Die Vorrichtungen zur Handhabung des Mörsers.

Wir verweisen in dieser Beziehung auf das im §. 65 bereits Erwähnte, und fügen nur noch nachträglich hinzu, daß die Henkel bei den Mörsern wegen der verhältnißmäßigen Schwäche des Rohrmetalls über dem Schwerpunkte am besten ganz fortfielen, da sie keine so bedeutenden Stützen gewähren, und bei eisernen Röhren und deren größerer Schwere doch auch entbehrt werden können.

§. 74.

Ueber die Haubitzen im Allgemeinen.

Die Kanonen fanden ihre Bestimmung darin, durch starke Anfangsgeschwindigkeiten und geringe Elevationen sehr flachgekrümmte Flugbahnen und eine bedeutende Stoßkraft des Geschosses zu erzeugen, während die Mörser durch schwache Anfangsgeschwindigkeiten und sehr bedeutende Elevationen hochgekrümmte Flugbahnen geben, und die Stoßkraft ihrer Geschosse in sehr wechselvollen Abstufungen durch die verschiedensten Fallhöhen begründen sollen, je nachdem die Wirkung ihrer Geschosse

durch eine verschiedene Stärke des Stoßes die in jedem einzelnen Falle dazu günstigste Verbindung mit dem Objekte gewinnen muß.

Die weite Lücke zwischen diesen beiden äußersten Geschützgattungen und ihren in entgegengesetzter Richtung aus Anfangsgeschwindigkeit und Elevation kombinirten Flugbahnen sollen die Haubitzen ausfüllen. Dieser natürlichen und ureigentlichen Bestimmung gemäß müssen sie für mittlere Anfangsgeschwindigkeiten (Ladungen) und mittlere Elevationen konstruirt werden, und dadurch eine angemessene und unabänderliche Stellung zwischen den Kanonen und Mörsern gewinnen.

Von dieser ihrer Mittelstellung, wie sie durch Konstruktion auf erfahrungsmäßigem Wege festgestellt ist oder festgestellt wird, muß die Haubitze, wenn sie ein wahrhaftes Uebergangsgeschütz bilden soll, und hierin muß ihr höchstes Ziel gegeben sein, durch möglichst erhöhete Fügsamkeit der ihr zu Gebote stehenden Flugbahnen sich gleich weit nach den Kanonen, wie nach den Mörsern hin ausbreiten können. Diese Annäherung erfolgt in der einen Richtung durch Zunahme der Ladung, in der andern durch Zunahme der Elevation.

Hieraus ergibt sich:

1. Die Haubitze soll weder die Wirkungsweise der Kanonen, noch die der Mörser sich aneignen, sondern in der höchsten Fügsamkeit ihrer Flugbahnen ihre natürliche Vollkommenheit erstreben, und in dem erweiterten Gebrauche der Ladung und Elevation die Basis ihrer Konstruktion erblicken.

Eine merkliche Veränderung der Ladungen ist, wie wir leicht erkennen, nur möglich, wenn die Stärke der Ladung von der Länge des Rohres möglichst unabhängig gehalten wird, d. h. wenn die vollkommene Entzündung und Verbrennung des Pulvers erfolgt, bevor das Geschoß merklich aus seiner Stelle gerückt ist. Dieß kann nur geschehen, wenn das Geschoß von der

Ladung durch einen Bewegungsraum für die Gase des Pulvers getrennt ist, groß genug, um die Verbrennung der ganzen Ladung zu vollenden, bevor die zuerst entwickelten Gase zu stark gegen das Geschoß wirken konnten. Das Pulver soll daher in der Haubitze vorherrschend durch den ersten Stoß gegen das Geschoß wirken und angemessen eine geringe Beschleunigung ausüben. Hieraus folgt:

2. Die Haubitze muß die innere Einrichtung des Mörsers erhalten, d. h. ein Kammergeschütz sein.

Weil aber der Ladungswechsel bei Haubitzen sehr viel bedeutendere absolute Abstände, als verhältnißmäßig bei Mörsern, darbietet, so muß auch die Kammer einen größern Bewegungsraum für die zuerst entwickelten Gase gestatten, und um so mehr, weil die Haubitze, nicht wie der Mörser, mit losem Pulver geladen werden kann, da dasselbe bei der niedrigern Elevation und der Größe der Ladung keine günstige Lagerform erhalten würde, abgesehen davon, daß die Methode, mit losem Pulver zu laden, wenigstens bei Feldhaubitzen ganz verwerflich, und beim Gebrauch der Haubitzen im Festungskriege, namentlich durch Scharten, unbequem und wahrscheinlich sogar auch für die gleichförmige Wirkung nachtheilig sein würde; das nach dem Einbringen des Pulvers und Geschosses unerläßliche Vorbringen des Geschützes würde die regelrechte Lage des losen Pulvers aufheben.

Wir schließen hieraus:

3. Die Kammern der Haubitzen müssen im Verhältniß zur Größe ihrer Ladungen größer, als die der Mörser, konstruirt werden, um auch bei den stärkern Ladungen den erforderlichen Bewegungsraum zu gestatten.

Die bedeutendere Ladung der Haubitze wird aber, wie gering auch immer durch die Kammerkonstruktion die beschleunigende Nachwirkung ihrer Ladungen, namentlich der stärkern, ausfällt, doch eine unter allen Umständen größere Nachwirkung

auf das Geschoß äußern, als dieß bei Mörsern der Fall ist, und man darf diese um so weniger ungenutzt lassen, als bei den Haubitzen ein stärkerer Ladungswechsel eintreten soll.

Daraus folgt:

4. Die Haubitzen müssen einen verhältnißmäßig längern Flug erhalten; um die stärkern Ladungen zur vollen Wirkung zu bringen.

Aber eben so folgt auch aus dem Ladungswechsel, daß, um die Wirkung der schwachen Ladungen nicht zu empfindlich zu beeinträchtigen und durch die Geschoßanschläge in der für sie zu langen Seele nicht ungleichförmig zu machen,

5. Der Flug der Haubitze auf die zulässig geringste Länge gebracht werden muß.

Die Fluglänge steht demnach mit der Länge und Weite der Kammer in einer unverkennbaren Wechselwirkung, ein Element, durch welches die Konstruktion der Haubitze zu einer verwickeltern Aufgabe wird, als die der Mörser, und noch mehr, als die der Kanonen, denn je größer die Kammer ist, desto weniger gelangt das Pulver zur Nachwirkung, desto kürzer kann der Flug gehalten werden.

Diese vorstehenden, aus der natürlichen Bestimmung der Haubitzen hergeleiteten Gesetze bilden die allgemeinste Grundlage ihrer Konstruktion.

Nur gestützt auf diesen Grund und Boden wird die Haubitze jenen Formenreichthum der Flugbahnen gewinnen können, durch welchen sie in ihrer Rolle als Uebergangsgeschütz zum höchsten Werthe gelangt.

Offenbar hängt aber der Formenreichthum der Haubitzflugbahnen von dem Standpunkte ab, welchen die Haubitze zwischen den Kanonen und Mörsern einnimmt, ob sie sich mehr der einen Geschützgattung, oder der andern nähert.

Diese Frage ist daher die wichtigste der Haubitzkonstruktion, denn es ist klar, daß sie um so mehr an Reichthum der Wir-

kungsformen einhüßt, je mehr sie zur Natur der Kanonen, oder der Mörser hinübertritt. Gleichzeitig muß aber auch die Haubitze mit einer solchen Abschweifung von dem eigentlichen Standpunkte des Mittelgeschützes die von ihr aufgegebenen Wirkungsformen auf ein neues, in den verlassenen Wirkungsraum eintretendes Zwischenglied (längere oder kürzere Haubitze) übertragen, und so die Reihe der Geschützgattungen vervielfältigen, die Bewaffnung der Artillerie zusammengesetzter und deren Gebrauch verwickelter machen, oder die Entbehrlichkeit der aufgegebenen Wirkungsformen muß sich erweisen lassen.

Es ist demnach vor allen Dingen über die Lage des natürlichen Standpunktes der Haubitze zwischen den Kanonen und Mörsern zu entscheiden, um die eigentliche Basis für die wahre Haubitzkonstruktion zu gewinnen.

Diese Entscheidung ist nur durch die Flugbahngestalt, d. h. durch das aus dem Zusammenwirken der Anfangsgeschwindigkeit und der Elevation erhaltene Resultat zu bewirken, denn die Verhältnisse der Ladung zum Gewicht des Geschosses sind nicht als maßgebend zu betrachten, weil diese Verhältnisse sich nicht in einfach geregelten Gesetzen aussprechen. Der Verlauf der Entzündung und Verbrennung, die Weite und Länge der Kammer, die Form der Ladung, ob lose oder eingehüllt, die Länge der Seele, das Gewicht des Geschosses, die Elevation u. s. w. bedingen die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses und fließen in dieses Gesammtresultat zu einer Totalwirkung zusammen. Diese Anfangsgeschwindigkeit kombinirt mit dem Widerstande der Luft, mit der Schwerkraft und mit der Elevation gibt die Flugbahn.

Die Aufgabe, den natürlichen Standpunkt der Haubitze zu finden, ist demnach keine andere, als: die Aufsuchung der unter sonst gleichgesetzten Umständen zwischen der Flugbahn der Kanonen und derjenigen der Mörser in der Mitte liegenden Flugbahngestalt.

Diese zu erzeugen, wäre also auch die Aufgabe der Haubitze, und die für diese Flugbahn gefundene Ladung die natürliche Konstruktionsbasis des Haubitzrohres.

Dieß läßt sich auf rationellem Wege nur dadurch erreichen, daß man, wenn sowohl die Konstruktion der Kanonen, also ihre Ladung, und die Konstruktion der Mörser, mithin auch deren stärkste Ladung, festgesetzt sind, zur Bestimmung ein Kanon und einen Mörser von gleichem Kaliber wählt, und aus beiden Geschosse von demselben Gewichte abschießt. Wenn man nun beispielsweise das 24pfündige Kanon und den 7pfündigen Mörser zu dieser Bestimmung anwenden will, so schießt man dasselbe Geschoß aus beiden Geschützarten, aus dem Kanon mit der für dasselbe bestimmten Ladung und aus dem Mörser mit der stärksten ihm zukommenden. Wenn man nun aus dem Mörser, welcher als das kürzer schießende Geschütz die Basis bilden muß, die 24pfündige Kugel unter dem bei Mörsern der größten Schußweite entsprechenden Elevationswinkel, etwa 45°, abschießt und nun diejenige Elevation des 24pfündigen Kanons ermittelt, unter welcher man bei der festgesetzten Ladung dieses Geschützes den ersten Aufschlag auf die aus dem Mörser erreichte Entfernung bringen würde, so hat man zwei Flugbahnen auf dieselbe Entfernung, von denen die eine auf die Natur des Kanons, die andere auf die des Mörsers gestützt, erreicht worden ist, und welche das Gesammtresultat aller wirkenden Elemente bilden. Durch die zwischen der Elevation des Mörsers und der für das Kanon erforderlich gewesenen in der Mitte liegende Elevation ist die Richtung der mittlern Flugbahn, oder der natürlichen für die Haubitze, gegeben. Die bei dieser mittlern Elevation für die Haubitze nothwendige Ladung, um die 24pfündige Kugel auf dieselbe Entfernung mit dem ersten Aufschlage zu bringen, gibt alsdann die natürliche Haubitzladung für die Vollkugeln, aus deren Verhältniß zum Gewicht des Geschosses die natür-

liche Ladung der Haubitze für den Gebrauch der leichtern Granaten abgeleitet werden muß.

Hätte man, um etwas näher zu erläutern, die 24pfündige Kugel aus dem Mörser mit der stärksten Ladung bei 45° Elevation auf 1000 Schritt geworfen, und man hätte den 24Pfünder bei $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung, wenn diese ihm zuerkannt wäre, vielleicht 1° eleviren müssen, um den ersten Aufschlag auf 1000 Schritt zu bringen, so würden 23° die mittlere Elevation, die Elevation der mittlern Flugbahn, sein. Die Ladung nun, mit welcher die Haubitze bei 23° Elevation dasselbe Geschoß auf 1000 Schritt zum ersten Aufschlage brächte, würde als die natürliche Haubitzladung mit Vollkugeln gelten, aus welcher die natürliche Granatladung mit ausreichender Genauigkeit durch das Gewichtsverhältniß der Geschosse abzuleiten wäre.

Man hat diesen rationellen Weg bei der Konstruktion nicht eingeschlagen, sondern ist im Laufe der Zeit gleichmäßig durch das Bedürfniß und durch die Erfahrung zu den heutigen Haubitzformen gelangt, eben so wie sich die Konstruktion der Kanonen und Mörser auf demselben Wege herausgebildet hat.

Es ist allerdings fraglich, ob die Haubitzen bei den verschiedenen Artilleriesystemen den rationellen Standpunkt zwischen den Kanonen und Mörsern einnehmen, ja es ist sogar unwahrscheinlich, wenn man die verschiedene Länge der Haubitzen ins Auge faßt; allein hierbei ist nicht zu übersehen, daß die historische Fortbildung, ein Resultat der Erfahrung, des taktischen und wissenschaftlichen Fortschrittes, des sich im Laufe der Zeit ändernden Bedürfnisses und des auf die gewonnenen Erfahrungen gegründeten Vertrauens, einen so hohen und gerechten Werth hat, daß die rationelle Entwickelung auf demselben fußen muß, wenn sie ein Artilleriesystem verstehen und beurtheilen will.

Dennoch ist die in der vorstehenden, rationellen Entwickelung berührte Frage über die Stellung der Haubitzen eine so wichtige, daß sie der höchsten Beachtung werth erscheint, da sie

für die streitige Angelegenheit über die kurzen und langen Haubitzen eine gemeinsame Basis zu geben verspricht. Ueberdieß ist vorauszusehen, daß bei dieser Gelegenheit noch manche interessante Relation über die Elemente der Flugbahn und ihr Zusammenwirken zu Tage treten wird.

Die bei dieser Entwickelung angedeutete Ermittelung der mittlern Flugbahn, die darin enthaltene Vergleichung und Behandlung zweier so weit verschiedener Flugbahngestalten würde gleichzeitig das wichtigste aller Elemente, die den einzelnen Geschützgattungen natürliche Wahrscheinlichkeit des Treffens, ins Spiel und in gegenseitige Relation bringen.

Wenn wir uns hierbei die Bezeichnung: Natürliche Haubitzladung bedienten, so bemerken wir gegen etwaige Mißverständnisse, daß wir damit diejenige Ladung meinen, durch welche die, gerade in der Mitte zwischen dem Kanon und dem Mörser stehende, also die ihre natürlichste Stelle einnehmende Haubitze, auch die mittlere Flugbahn zwischen den bei gleichen Entfernungen aus dem Kanon und dem Mörser erzeugten ergeben hat.

Hätte man z. B., um auf das oben gewählte Beispiel zurückzukommen, auf 1000 Schritt die 24pfündige Kugel mit dem Mörser bei seiner stärksten Ladung, dieselbe etwa $= \frac{1}{40}$ der 24pfündigen Kugel angenommen, unter 45° Elevation geworfen, und mit dem 24pfündigen Kanon bei $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung und 1° Elevation auf 1000 Schritt den ersten Aufschlag gebracht, bei der Haubitze 2 Pfund gebraucht, um bei 23° Elevation den ersten Aufschlag auf die gleiche Entfernung zu bringen, so würden auf 1000 Schritt die natürlichen Flugbahnen der Geschützarten eines solchen Systems bei Kanonen durch $\frac{1}{3}$, bei Haubitzen durch $\frac{1}{12}$ und bei Mörsern durch $\frac{1}{40}$ geschoßschwere Ladung mit den genannten Elevationen gegeben sein; die natürliche Granatladung würde demnach $\frac{13,75}{12}$ Pfd. $= 1\frac{1}{8}$ Pfd.

sein, so daß, wenn die 7pfündige Haubitze nur mit Granaten bedient werden soll, die stärkste Ladung derselben $\frac{1}{12}$ Granatschwere $= 1\frac{1}{8}$ Pfd. gehalten werden müßte.

Dieser Koefftzient der natürlichen Haubitzflugbahn würde auf die andern Kaliber volle Anwendung finden können, so daß man für die mehrfach erwähnten Verhältnisse der 10pfündigen Haubitze $\frac{24,5}{12}$ Pfd. $= 2\frac{1}{3\,2}$ Pfd., der 25pfündigen Haubitze $\frac{6\,1}{12}$ Pfd. $= 5\frac{1}{16}$ Pfd. u. s. w. als stärkste Ladung zuerkennen müßte, um die Mitte zwischen Kanonen mit $\frac{1}{3}$ geschoßschwerer und Mörsern mit $\frac{1}{40}$ geschoßschweren Ladungen zu halten.

Wenn man sich nun für sein System Kanonen mit $\frac{1}{3}$ kugelschwerer, und Mörser mit $\frac{1}{40}$ vollgeschoßschwerer Ladung zur Grundlage genommen, und dafür die Ladung der mittlern Flugbahn zu $\frac{1}{12}$ Vollgeschoßschwere gefunden hat, so würden für dieses System die 7pfündige Haubitze $1\frac{1}{8}$ Pfd., die 10pfündige $2\frac{1}{3\,2}$ Pfd., die 25pfündige $5\frac{1}{16}$ Pfd. beim Gebrauch der Granaten erhalten müssen, um die wahren Mittelgeschütze zu sein. Diese Ladungen würden dann auch die Konstruktionsbasis derselben als Granatgeschütze sein.

Weil nun aber jeder Flugbahngestalt eine natürliche Wahrscheinlichkeit des Treffens zukommt, jene Ladungen aber aus dieser Gestalt hervorgegangen sind, so würden dieselben gleichzeitig die Ladungen der natürlichen Wahrscheinlichkeit des Treffens der Haubitzflugbahn abgeben.

Auf diesem Wege könnte man sich zwischen die Flugbahnen der Kanonen und die der Mörser auf den verschiedenen Entfernungen mit den Flugbahnen der Haubitze einschalten, so daß man für dieses Mittelgeschütz eine Reihe natürlicher Kombinationen für Ladung und Erhöhung erhielte.

Hätte man sich beim Mörser 15° als die niedrigste Elevation, 30° als die mittlere, die mit 60° etwa gleiche Schußweiten gibt, und 45° als die größte festgestellt, so würde man für

die Haubitze auch drei verschiedene Reihen von Mittelflugbahnen zwischen dem Kanonenschuß und dem Mörserwurf, also drei Reihen von natürlichen Kombinationen zwischen Ladung und Elevation erhalten, und so bei den Haubitzen zu einem flachen, mittlern und hohen Bogen der Flugbahn als Skelet, als Basis für die dazwischen liegenden Flugbahnen, für die Fügsamkeit des Haubitzfeuers gelangen. Es bedarf keiner weitern Darlegung, daß nur so das Haubitzfeuer die wahre Mitte zwischen den Kanonen und Mörsern erreichen, und gleichzeitig zu seiner natürlichen, d. h. höchsten Wahrscheinlichkeit des Treffens gebracht werden kann.

Die durch diese drei natürlichen Reihen von Haubitzflugbahnen bestimmten Kombinationen von Ladung und Elevation bilden demnach auch die natürliche Grundlage der Haubitzwirkung; sie dienen zum allgemeinen Anhalt für die Praxis, und man kann die durch sie gegebenen Ladungen als die natürliche Basis benutzen, um durch angemessene Elevationsveränderungen die zwischenliegenden Flugbahnen nach dem jedesmaligen Bedürfnisse zu erzeugen. Dadurch wird der für die Praxis wesentliche Vortheil erreicht, bestimmte Gesetze für den Ladungswechsel und für Veränderung der Elevation mit der Ueberzeugung zu erhalten, daß man die der Konstruktion des Geschützes am nächsten liegende Kombination der beiden genannten Elemente für jede gegebene Entfernung gewählt hat. Hierin liegt aber gerade der einzige Weg zur höchsten, zu der der Geschützkonstruktion natürlichen Wahrscheinlichkeit des Treffens.

Hieraus folgern wir zuvörderst:

6. Die wahre Bestimmung der Haubitze ist, diejenige Flugbahn zu erzeugen, welche in der Mitte liegt zwischen der durch die Konstruktion des Kanons und der durch die Konstruktion des Mörsers begründeten Flugbahn.
7. Die der Wahrscheinlichkeit des Treffens günstigsten Kombinationen von Ladung und Erhöhung müssen bei der

Haubitze ihrer Natur gemäß stets auf diese mittlere Flugbahn gegründet sein.

8. Die Haubitze muß den Elevationswechsel der Mörser zur Basis ihrer Flugbahnbestimmung machen, und an diese die entsprechenden Reihen von Grundladungen schließen.

9. Die so ermittelten Fundamentalladungen kombinirt mit den zwischen den Fundamental-Elevationen liegenden Richtungswinkeln erzeugen die der natürlichen Wahrscheinlichkeit des Treffens günstigste Fügsamkeit der Haubitzflugbahnen.

10. Für ein gegebenes Artilleriesystem gibt es mithin nur eine Konstruktion der Haubitze, welche ihrem eigentlichen Zwecke als Mittelgeschütz entspricht, oder man füllt den Abstand von den Kanonen zu den Mörsern durch Zwischenglieder, eigentlich nur Spielarten der Haubitze (längere und kürzere) aus.

11. Die der Elevation von 45° des Mörsers bei seiner stärksten Ladung und der derselben Schußweite (des ersten Aufschlages) entsprechenden Elevation des Kanons entnommene mittlere Elevation ist gleichzeitig die natürliche der größten Schußweite mit der größten Wahrscheinlichkeit des Treffens für die Haubitze, wenn ihre stärkste Ladung angewendet wird.

12. Größere Schußweiten entweder durch stärkere Ladungen oder größere Elevationen zu erzeugen, kann nur mit merklichem Verluste der Wahrscheinlichkeit des Treffens geschehen, weil alsdann die beiden genannten Elemente die durch die Konstruktion vorgezeichneten Grenzen überschreiten.

13. Es hängt mithin bei der Konstruktion und Anwendung der Haubitze Alles von dem Abstande der Kanonen und Mörser, der Haubitze von diesen, von dem Abstande ihrer natürlichen Flugbahnen und von der entsprechenden Kombination zwischen Ladung und Erhöhung ab.

Es könnte noch die Frage erhoben werden, ob man die Mörser und langen Kanonen, oder die Mörser und kurzen Kanonen als die Kardinalpunkte zur Bestimmung der Haubitzkonstruktion zu wählen hat, und welche Elevation des Mörsers zu dieser Entscheidung gezogen werden muß.

Es ist jedoch offenbar, daß nur diejenige Konstruktion des Kanons gewählt werden kann, welche die Idee der flachgekrümmten Flugbahn am vollständigsten und reinsten ausspricht, d. h. die Kombination der Elemente der Flugbahn zur flachgekrümmten Form, welche das günstigste Gesamtverhältniß aller Elemente ausdrückt, also diejenige Größe der Anfangsgeschwindigkeit, welche keinem nachtheiligen Luftwiderstande unterworfen ist und, mit einer zur Erzeugung eines möglichst großen bestrichenen Raumes unerläßlich geringen Elevation verbunden, die durch die Zwecke des Ferngefechts geforderten Schußweiten bei genügender Wahrscheinlichkeit des Treffens erzeugt.

Eben so kann man nur diejenige Mörser-Elevation wählen, welche die Idee der hochgekrümmten Flugbahn am vollkommensten und mit dem höchsten Nutzeffekte darstellt, und diese ist diejenige, welche bei derselben Ladung die größte Schußweite gibt, also etwa 45°. Man kann demnach

14. zur Basis der Haubitzkonstruktion nur diejenige Ladung wählen, welche die mittlere Flugbahngestalt zwischen der des Mörsers, bei 45° Elevation und der stärksten Ladung, und derjenigen der langen Kanonen für die durch den Mörser gegebene Schußweite erzeugt.

Endlich bleibt noch zu erwähnen, daß der Einfluß des Haubitzrohres auf die Wirkung der Geschosse um so mehr abnimmt, je mehr sich die Flugbahnen krümmen und umgekehrt, wir erhalten also noch für die allgemeine Charakteristik der Haubitze den Satz:

15. Bei der Haubitze ist der Begriff: Wirkung des Geschützrohres, in einem um so ermäßigtern Grade giltig, je

mehr ihre Wirkungsweise sich derjenigen des Mörsers nähert, immer aber steht die Wirkung des Geschützrohres isolirter von der Wirkung der Geschosse, wie bei jeder andern Geschützgattung.

§. 75.

Die Kammer der Haubitze.

Im Allgemeinen können auch hier nur ganz dieselben Gesetze der Kammerkonstruktion zur Anwendung kommen, welche wir bei den Mörsern kennen lernten, nur daß hier noch auf den größern Bewegungsraum für die stärkern und eingehüllten Haubitzladungen gerechnet werden muß. Wenn daher die stärkste Ladung für die Haubitze auf irgend welchem, dem empirischen oder rationellen, Wege, bestimmt worden ist, so muß die Kammer für diese noch einen angemessenen Bewegungsraum gestatten. Man kann es als ein natürliches Maß ansehen, wenn man den Kammerraum für diejenige Ladung proportionirt, welche der kalibermäßigen Vollkugel entsprechen würde, und zwar für loses Pulver berechnet. Man hat hierdurch die feststehenden Elemente der Kammer, so wie diese selbst von den Mörsern auf die Haubitze übertragen, so daß dieses Geschütz nur durch das veränderliche Element der Ladungsgröße und der Dichtigkeit ihrer Schichtung befähigt wird, die mittlern Anfangsgeschwindigkeiten zu erzeugen und sich dadurch auf seine Stelle als Mittelgeschütz zwischen den Mörsern und Kanonen emporzuschwingen.

Der hierdurch entstehende, im Verhältniß zur Ladung große Kammerraum ist zwar den kleinen Ladungen nicht sehr günstig in Bezug auf große, intensive Wirkung kleiner Pulvermengen, und sie wird zwingen, im Allgemeinen etwas größere Ladungen anzuwenden, als sonst nöthig wäre, allein dieß kann nicht als ein Nachtheil angesehen werden, denn, wenn auch der Pulverersparniß dadurch nicht entsprochen wird, so wird die Hauptsache, die Wahrscheinlichkeit des Treffens, die Gleichförmigkeit

der Wirkung merklich gefördert, namentlich bei geringen Elevationen, und gegen dieses Interesse kann eine so geringfügige Pulverersparniß niemals zur Sprache kommen.

Je kleiner die Ladungen werden, desto empfindlicher zeigen sie sich auch gegen alle die kleinen Unregelmäßigkeiten, welche von der Praxis niemals abgeschieden werden können, und diese Unregelmäßigkeiten treten bei der Wirkung um so stärker und schädlicher zu Tage, je leichter sich das Geschoß von seiner Stelle rückt, mithin bei kleinen Kalibern und bei niedrigen Elevationen. Dazu kommt noch der Umstand, daß das aus geringen Ladungen entwickelte Pulvergas die Seele des Geschützes nicht mit einer hinreichend nachhaltigen und gleichförmigen Kraft und Intensivität auszufüllen vermag, um das Geschoß regelrecht anzurücken und durch den Flug fortzutragen; auch dieser Umstand tritt am stärksten bei niedrigen Elevationen hervor, so daß die großen Kammern, weit entfernt, der Wirkung der Haubitze zu schaden, vielmehr dazu beitragen, die Wahrscheinlichkeit des Treffens zu erhöhen und die Fügsamkeit der Flugbahnen zu erweitern, da sie die Schwächung der Ladung nicht durch Verringerung der die Seele erfüllenden Gasmenge allein, sondern auch und vornehmlich durch den größern Ausdehnungsraum für kleinere Ladungen herbeiführen. Auf diese Weise wird die Kammer zum wahrhaften Regulator des Pulverstoßes gegen das noch nicht bewegte Geschoß, und es ist stets eine hinreichende Gasmenge vorhanden, die ganze Seele mit solcher Kraft zu füllen, daß das Geschoß mit der unerläßlichen Energie durch den Flug fortgetragen wird. Endlich werden die durch den großen Kammerraum angemessen vergrößerten Ladungen weniger empfindlich gegen den Wärmeverlust an das Geschützmetall, und sie werden, ohne empfindlich gegen Kleinigkeiten zu sein, bei ihrer Abnahme schneller und geregelter zu ausdrucksvollen Verkürzungen der Schußweiten, zu entschiedenen Umstimmungen der Flugbahngestalt führen.

Man darf bei wirklichen Konstruktionen das Gesetz nicht aus den Augen verlieren, daß mit der gesteigerten Empfindlichkeit irgend eines Instruments, einer Einrichtung, auch der Gebrauch derselben schwieriger, und wenn dieser nicht mit der Schärfe des Instruments gleichen Schritt hält und von allen Regelwidrigkeiten frei gehalten wird, auch die Wirkungen ungleiförmiger, unzuverlässiger werden müssen.

Je feiner eine Wage mißt, desto schwieriger ist sie anzuwenden, desto mehr Sorgfalt muß auf das Wägen und auf die zu wägende Materie u. s. w. verwendet werden, wenn ihre Feinheit wahren Nutzen gewähren soll. Wo jene Sorgfalt nicht oder doch sehr schwer angewendet werden kann, da ist die Schärfe und Empfindlichkeit des Instruments nicht allein nutzlos, sondern sogar schädlich.

Es ist ein großer Unterschied zu machen zwischen der Richtigkeit einer Konstruktion, der sorgsamen Behandlung und Regelung aller wirkenden Kräfte und Elemente und der möglichst gründlichen Beseitigung aller Ursachen zu regelwidrigen Erscheinungen und zwischen der Empfindlichkeit der Konstruktion. Diese Empfindlichkeit beruht in der übertriebenen und fortwährenden Anspannung aller Kräfte und Elemente, durch welche sie bei den geringsten Störungen aus dem gleichgewichtigen Spiele der beabsichtigten Wechselwirkung gerissen werden und neue, den Regelwidrigkeiten angemessene Wechselwirkungen eingehen. So kann eine Wage sehr richtig und dabei doch nicht sehr empfindlich sein, dagegen sehr empfindlich und sehr unrichtig; mit der erstern kann man zwar nicht sehr fein, aber zuverlässig messen, mit letzterer gar nicht.

Wir würden uns dieses Raisonnement gern erspart haben, wenn die Neigung der Kritik, die Güte der Einrichtungen häufig nach ihrer Empfindlichkeit, statt nach der für ihren Gebrauch nothwendigen Richtigkeit und angemessenen, weder zu weit getriebenen, noch zu gering bemessenen Schärfe zu beurtheilen, nicht so oft und stark zu Tage träte. Wie oft sieht man nicht

gegen vorgebliche Roheit und Unbeholfenheit einer Konstruktion zu Felde ziehen, gegen unwesentliche äußere Formen eifern, während die Richtigkeit der Prinzipien keiner Frage gewürdigt wird.

Nachdem nunmehr die allgemeinen Betrachtungen über die Größe der Haubitzkammer zu der hier entwickelten Ansicht gediehen sind, wonach

1. die Haubitzkammer für die der kalibermäßigen Vollkugel *) und größten Haubitzelevation entsprechende Ladung (in loser Form) zu berechnen ist,

schließen wir diesem Gesetz noch die Relation zwischen Kammer und Flug an:

2. Je größer die Kammer ist, je vollständiger mithin die Verbrennung des Pulvers sein kann, bevor das Geschoß aus der Stelle rückt, desto kürzer kann und soll der Flug konstruirt werden.

Eben so folgt:

3. Je mehr Bewegungsraum die Kammer gewährt, desto weniger empfindlich wirkt die Heftigkeit der Zündung.

Im Uebrigen sind die früher entwickelten Gesetze über Proportionirung der Weite und Länge der Kammer in voller Strenge aufrecht zu halten.

§. 76.

Der Kessel und Flug der Haubitze.

Die allgemeinen Gesetze des Kessels und Fluges für Mörser finden auch bei den Haubitzen vollgiltige Anwendung, so daß hier nur noch wenig hinzuzufügen bleibt.

Die größere Ladung, welche im Verhältniß zum Geschoß

---

*) Man würde danach mit Bezug auf das frühere Beispiel die Kammer der 7pfündigen Haubitze für 2 Pfund lose eingefülltes Pulver konstruiren, wenn $^1/_{12}$ Geschoßschwere sich als die natürliche Haubitzladung ergeben hätte.

bei Haubitzen zur Anwendung kommt, ist auch fähiger als die Ladung der Mörser, die ganze Seele des Geschützrohres mit intensiver Spannkraft auszufüllen. Da nun ferner bei Haubitzen wegen der niedrigern Elevation das Geschoß leichter angerückt wird und dadurch die Kammermündung frei macht, so würde ein zu großer Theil der Pulverwirkung verloren gehen, wenn man den Flug der Haubitze nicht länger als bei Mörsern machen wollte. Man macht zwar die Haubitzkammer im Verhältniß zur Ladung weit räumlicher als die der Mörser, damit der erste Stoß der Ladung, der durch die Kammer geregelt wird, so groß als möglich ausfällt und die Nachwirkung, welche den schwieriger zu regelnden Einflüssen des weiten Fluges ausgesetzt ist, um so geringer zur Wirkung beizutragen hat und die Gleichförmigkeit derselben stören kann, allein trotz dem würde immer ein viel größerer Kraftverlust entstehen, namentlich bei starken Ladungen, als der Vortheil, den der kürzere Flug wegen der verminderten Geschoßanschläge bringt, eintragen würde.

Wenn man daher im Einklange mit allen bisher entwickelten Gesetzen verbleiben will, so ergibt sich leicht das natürliche Verhältniß der Länge des Haubitzfluges. Offenbar verhalten sich die Räume, welche das Pulvergas mit gleicher Intensivität auszufüllen vermag, wie die Gasmengen oder Ladungen. Wenn nun ferner die Länge des Mörserfluges der nutzbaren Nachwirkung der stärksten Ladung genau angepaßt worden ist, so wird mit Berücksichtigung des verschiedenen Größenverhältnisses der Haubitz- und Mörserkammern zu den entsprechenden Ladungen sich folgendes Gesetz entwickeln lassen:

1. Die Fluglänge der Haubitze ist gleich zu machen dem Produkte aus der Fluglänge des Mörsers in den Quotienten, welcher sich durch den Kammerraum der Haubitze, dividirt durch den des Mörsers, ergibt, oder mit mathematischen Zeichen: $F' = F \cdot \frac{k'}{k}$, wenn F' den Haubitzflug,

k' die Haubitzkammer, F und k dasselbe für den Mörser bedeuten.

In k' und k ist gleichzeitig die verschiedene Größe des Bewegungsraumes der beiden Kammern in Rechnung gebracht; dieß ist durch die Bedingung gerechtfertigt, daß beide Kammern so groß konstruirt sind, um die vollständige Verbrennung sicher zu stellen, bevor das Geschoß merklich aus der Stelle gerückt ist, so wie durch die Voraussetzung, daß für beide Kammern das unumstößliche Prinzip festgehalten ist, ihnen bei dem gegebenen Inhalte die kleinste Oberfläche zu geben.

Diese letztere Bedingung muß durchaus als erfüllt vorausgesetzt werden, weil sonst das Pulvergas im Mörser andern Wärmeverlusten ausgesetzt sein würde, als in der Haubitze.

Gleichzeitig ergeben sich noch folgende Relationen:

2. Je weiter die Kammer der Haubitze konstruirt wird, mithin zugleich auch je länger und je räumlicher, desto mehr kann man von der Nachwirkung des Pulvers Gebrauch machen, desto länger darf der Flug sein, weil alsdann die Ladungen verhältnißmäßig stärker ausfallen.

Wir deuten bei dieser Wechselwirkung zwischen der Bohrungsweite der Kammer und der Nachwirkung des Pulvers auf die Betrachtungen hin, welche wir bei Gelegenheit der Kanonenkammern angestellt haben, denen sich die Haubitzkammern um so mehr nähern, je weiter sie im Verhältnisse zu ihrem Fluge werden.

3. Je mehr die Haubitze sich dem Kanon nähert, desto weiter ihre Kammer, je näher sie zum Mörser steht, desto enger die Kammer. (Kammer für lange und kurze Haubitzen.)

4. Je vollständiger die Kammer durch den ihr verliehenen Bewegungsraum für die entwickelten Gase die Verbrennung der ganzen Ladung innerhalb ihres Raumes sichert, desto länger ist die Mündung auszutrichtern. (Proportionirung nach der Austrichterung des Mörsers ähnlich wie ad 1.)

Das letzte Gesetz vermittelt die Nutzbarmachung der beschleunigenden Pulverkraft mit Umgehung der schädlichen Geschoßanschläge und macht erst dadurch die Anwendung verhältnißmäßig kleiner Ladungen in Geschützen möglich, welche für weit stärkere Ladungen konstruirt sind. Wir erinnern hier an das früher angedeutete Prinzip, daß nur unter der Bedingung merkliche Abweichungen von der Konstruktionsladung der Geschütze statthaft sind, wenn dabei die Wahrscheinlichkeit des Treffens nicht gleichzeitig mit in merkliche Abnahme geräth, daß also diese merklichen Aenderungen nur möglich gemacht werden können, wenn die Größe der Ladungen durch den Kammerraum von der Fluglänge möglichst unabhängig gemacht ist. Es ist allerdings klar, daß man die Nachwirkung der stärkern Ladungen bei Wurfgeschützen nicht so weit benutzen kann, wie bei Kanonen, allein dieß läßt sich auch nicht mit der Natur und Bestimmung der Wurfgeschütze vereinigen. Wo aber die eigenthümliche Wirkungsweise der Wurfgeschütze nothwendig oder ersprießlich ist, da werden auch die Vortheile der vollen Benutzung der Pulverkraft von selbst in den Hintergrund gerückt, sobald sich nur mit den stärkern Ladungen die den Wurfgeschützen aufgegebenen Schußweiten und Flugbahngestalten für diese ohne andere erhebliche Schwierigkeiten erreichen lassen.

Wenn wir auf die bisher entwickelten Gesetze für die Haubitze zurückblicken, so ergibt sich als allgemeiner Grundsatz:

Es gibt für ein gegebenes Kanon (in Bezug auf Ladungsgröße zum Geschoß) und einen gegebenen Mörser nur eine wahrhafte Haubitze als entsprechendes Mittelgeschütz für das dadurch entstehende Geschützsystem, alle Abweichungen von dieser Haubitze sind als Spielarten zu betrachten, welche sich nur rechtfertigen lassen, wenn sie den Zweck erfüllen, sehr wichtige und unentbehrliche Geschoßwirkungen an bestimmte, durch die Gebrauchsfälle unerläßlich gemachte Flugbahngestalten zu knüpfen und wenn sie durch die Kon-

struktion für diese Gebrauchsfälle ihrer Bestimmung gemäß den höchsten erreichbaren Erfolg sicherstellen. Diese Fälle können nur im Festungskriege eintreten.

Endlich schließen sich an die bisherigen Erörterungen noch folgende Versionen derselben.

I. Für eine gegebene Fluglänge der Haubitze (Weite, Länge, Raum der Kammer, Erstwirkung und beschleunigende Nachwirkung der Pulverkraft) gibt es eine natürliche Ladung und eine natürliche Elevation (natürliche Flugbahngestalt), welche als Grundlage für den Gebrauch angesehen werden müssen und nicht ohne merklichen Nachtheil für die natürliche Wahrscheinlichkeit des Treffens überschritten werden dürfen, unter welche man jedoch so weit gehen darf, als die Verhältnisse der beschleunigenden Pulverwirkung und Geschoßanschläge zur Größe der Ladung es gestatten.

II. Die Spielarten der Haubitze sind Kombinationen der Haubitzennatur mit verschiedenen Grundladungen (modifizirten Anfangsgeschwindigkeiten, Elevationen, Flugbahngestalten) und haben den Zweck, die Lücke zwischen den Kanonen und Haubitzen, seltner zwischen diesen und den Mörsern, mit einer höhern Wirkung und höhern Trefffähigkeit auszufüllen, als dieß von der eigentlichen Haubitze erreicht werden kann.

Es bedarf wohl keiner besondern Darlegung, daß je weiter sich die Haubitze beim Feuer von ihrer natürlichen Flugbahngestalt entfernt, sie auch an ihrer natürlichen Trefffähigkeit einbüßen muß.

III. Den Spielarten der Haubitze kann eine so große Fügsamkeit der Flugbahn und Wirkungsweise nicht aufgebürdet werden, als der eigentlichen Haubitze, ihr Gebrauch muß mithin auch größern Einschränkungen unterliegen, ihr vorherrschender Zweck ist die Verbindung einer verlangten Flugbahngestalt mit der höchsten Geschoßwirkung und Trefffähigkeit.

IV. Die Schußweiten müssen bei diesen Spielarten grundsätzlich durch die Ladungen und nur innerhalb geringer Grenzen durch die Elevationen geregelt werden, während wir bei der eigentlichen Haubitze mehrere und weiter aus einander liegende Reihen von Grundkombinationen zwischen Ladung und Erhöhung zur Verfügung haben und zwischen diesen Reihen mit den Elevationen regeln.

V. Bei einer durch die Forderungen der Gefechtsverhältnisse bedingten Flugbahn kann die Wirkung nur durch die Eigenthümlichkeiten der Geschoßwirkung und durch die Schnelligkeit des Feuers begründet werden, Ladung und Elevation sind alsdann als sehr wenig veränderliche Elemente zu behandeln.

§. 77.

Die Metallstärke der Haubitze.

Indem wir an das früher über die Metallstärke Gesagte erinnern und auf jene allgemein giltigen Gesetze hindeuten, haben wir nur noch Weniges hinzuzufügen. Wir bemerken nur, daß die Wirkungsweise der Ladung durch vorherrschend große Erstwirkung bei der in dieser Beziehung verhältnißmäßig großen Ladung den Rückstoß des Geschützes gegen die Laffete nicht allein groß, sondern auch heftig werden läßt, was bei großen Elevationen verderblich wirken kann. Es ist deshalb nothwendig, den Haubitzröhren eine verhältnißmäßig größere Metallstärke zu geben, um die Heftigkeit des Stoßes zu mildern.

Wenn uns der nächstfolgende Paragraph darüber aufklären wird, daß bei Haubitzen ein starkes Hintergewicht unerläßlich, mithin eine bedeutende Metallstärke um die Kammer unvermeidlich ist, so wird es auf der andern Seite nicht weniger klar sein, daß auch die Metallstärke in der Gegend der Schildzapfen eine diese so sehr bedrohete Zone des Geschützrohres gegen jede Veränderung sicher stellende Größe erhalten muß.

Die nähern Beziehungen, in welche die Metallstärke mit

der Größe der Ladung, ihrer Erstwirkung, des Kammerraumes, der Fluglänge, der Hinterwucht u. s. w. tritt, bedürfen keiner nähern Darlegung. Eben so ergibt sich von selbst das Gesetz, daß, je größere Elevationen die Haubitze anwenden soll, um so stärker dieselbe an Metall gemacht werden muß.

§. 78.

Die Schildzapfen der Haubitze. Hinterwucht.

Wenn wir uns der allgemeinen Gesetze des §. 63, so wie der mit näherem Bezuge auf die Natur der Wurfgeschütze im §. 71 hervorgegangenen Entwickelungen erinnern, so finden wir mit Rücksicht darauf, daß der Gebrauch der Haubitze in Räderlaffeten die Stellung der Zapfen am Boden des Rohres wegen des daraus hervorgehenden Stoßes unzulässig macht, für die Größe der Hinterwucht und für die Stellung des Lagerpunktes zur Seelenaxe bei dem Haubitzrohre nachstehende Modifikationen jener Gesetze der §§. 63 und 71 begründet:

1. Die Schildzapfenaxe ist beim Haubitzrohre so weit als zulässig vom Schwerpunkte nach vorn abzurücken, um eine große Hinterwucht zu erzeugen.
2. Die Schildzapfenaxe muß über der Seelenaxe liegen, oder der Lagerpunkt erhöhet werden.
3. Je stärker die Hinterwucht, desto mehr kann der Lagerpunkt erhöhet sein.

Durch die Größe der Hinterwucht wird der Druck im Zapfenlager angemessen vermindert und der Stoß gegen diese schwache Stelle der Laffete um eben so viel ermäßigt, als die aus der Hinterwucht entspringende Reibung des Bodenstücks auf der Richtsohle die Zurückbewegung des Rohres auf derselben erschwert. Gleichzeitig wird der Rückstoß des Rohres gegen die Richtmaschine dadurch geschwächt, daß die Erhöhung des Lagerpunktes eine Drehung des Rohres um die Axe der Schildzapfen in einer das Bodenstück von der Richtmaschine ab-

hebenden Richtung veranlaßt. Diese beabsichtigte und leicht zu regelnde Rückwirkung der Pulverkraft auf Heben des Bodenstücks lenkt gleichzeitig den Rückstoß des Rohres in eine weniger nachtheilige Richtung gegen die Laffete ab, und wenn man die die Erhöhung des Lagerpunktes so regelt, daß ein wirkliches Heben nicht erfolgen kann, oder doch nur sehr unmerklich, so wird doch ein bedeutender Theil des Rückstoßes für die der Laffete verderblichste Richtung, wenn nicht völlig aufgehoben, doch sehr ermäßigt. Es ergeben sich leicht folgende Relationen für die Erhöhung des Lagerpunktes:

4. Je stärker die der Haubitze zugemessenen Ladungen, je verhältnißmäßig größer deren Erstwirkung, desto mehr ist der Lagerpunkt zu erhöhen, dabei aber selbstverständlich in dem zulässigen minimo dieser Bedingung zu wählen.
5. Je größere Elevationen die Haubitze zu nehmen hat, desto höher muß der Lagerpunkt gelegt werden, mit derselben Beschränkung wie ad 4.

Die Stärke der Zapfen und ihres Anschlusses an das Rohr fordert um so mehr Beachtung, je mehr dieselben bei der Leichtigkeit des Rohres durch den Rückstoß gefährdet werden können.

§. 79.

Die Einrichtungen zum Richten des Rohres.

Diese Einrichtungen sind nach denselben Rücksichten und in denselben Formen darzustellen, wie bei den Kanonen, mit denen die Haubitzen eine analoge Schildzapfenstellung haben. Wenn bei den Kanonen von einer Ansatzfläche für den Quadranten abgesehen werden darf, so ist dieselbe doch bei Haubitzen nothwendig. Der Ort für diese Fläche unterliegt den Rücksichten der Bedienung.

§. 80.

Die Vorrichtungen zur Handhabung.

Wenn wir bei irgend einem Geschützrohre die Henkel für

wünschenswerth anzusehen haben, so scheint dieß am meisten bei den Haubitzen gerechtfertigt, bei denen die Kürze und das dabei verhältnißmäßig große Gewicht, so wie die Lage des kurzen Rohres in einer Räderlaffete das Aus- und Einlegen des Rohres sehr unbequem machen.

§. 81.

Allgemeine Bemerkungen über kurze und lange Haubitzen *).

Nach der hier entwickelten Definition des Wesens und der Bestimmung der Haubitze kann es nur eine geben, welche als wahres Uebergangsgeschütz die Mitte zwischen den langen Kanonen und den Mörsern hält und welche die wesentlichste Eigenschaft, den charakteristischen Vorzug der Haubitze, nämlich die Fügsamkeit ihrer Flugbahnen und demgemäß ihres Gebrauches zum höchsten Ertrage bringt. Wir entwickelten für dieses wahrhafte Mittelgeschütz zwei Grundbedingungen der Konstruktion und zwar 1) die Nothwendigkeit einer so großen Kammer, daß die vollständige Verbrennung der Ladung innerhalb des Kammerraumes vor sich gegangen sein muß, ehe noch das Geschoß seine Bewegung angetreten hat, damit die Ladung vorherrschend durch den ersten Stoß ihre Wirkung gegen das Geschoß vollende und von dem durch den Flug gewährten, zur Ladung verhältnißmäßig sehr weiten und großen Raume möglichst unabhängig bleibe, um den Einfluß einer ungeregelten

---

*) Wenn wir hier von kurzen und langen Haubitzen sprechen, so verstehen wir unter kurzen solche, welche die für die mittlere Stellung zwischen Kanonen und Mörsern angemessene Fluglänge haben, unter langen die den Kanonen näher gestellten Haubitzen mit einer dieser ihrer Stellung angemessenen Fluglänge. Die Fluglänge kann nach unsern Ansichten hier nicht ein für alle Kaliber feststehendes Verhältniß der Fluglänge zum Geschoßdurchmesser beibehalten, denn die im Verhältniß zum Geschoßgewicht wachsende Ladung wirkt nicht in demselben Verhältnisse auf die Fluglänge zurück, am wenigsten aber im Verhältniß des Geschoßdurchmessers, sondern weit geringer.

Ausdehnung der Gase und einer durch die große Oberfläche des Fluges mächtig einwirkenden Wärmeentziehung so weit als angängig abzuschließen; so wie 2) die daraus von selbst folgende große Kürze des Fluges.

Hierdurch ergibt sich, daß die eigentliche Haubitze nur eine kurze sein kann.

Betrachten wir nunmehr zur nähern Charakteristik die Leistungsfähigkeit dieses Geschützes, so sehen wir die Wirkung desselben vorzugsweise durch die Fügsamkeit der Flugbahn, durch die Leichtigkeit und Gewandtheit begründet, womit sie im Stande ist, die Bewegungsform ihrer Geschosse der mannichfachen Lage und den verschiedenen Deckungsverhältnissen der zu beschießenden Objekte, so wie selbstredend der Beschaffenheit und Lage ihrer Aufstellung anzupassen, dagegen finden wir die Wirkung weniger durch die Größe der Geschoßwirkung, so weit sie von der Bewegung, Endgeschwindigkeit (Stoß, Fallkraft) abhängig ist, begründet. Die kurze Haubitze kann also nicht benutzt werden, durch eine große Endgeschwindigkeit, durch einen sehr niedrigen, tiefe Räume beherrschenden Geschoßflug, oder durch große Fallhöhen die Wirkung ihres Geschosses zum höchsten Ertrage zu bringen, und es gibt für die Steigerung der Geschoßwirkung aus kurzen Haubitzen nur ein Mittel, nämlich die Größe und die besondere Wirkungsweise des Geschosses.

Die kurze Haubitze findet mithin in allen Fällen ihre natürliche Rolle und eine gewinnreiche Anwendung, wo es sich weniger um die Größe der Geschoßwirkung, als um Fügsamkeit der Flugbahn, um Gewandtheit handelt, in die verschiedenartigsten Gebrauchsfälle einzugehen. Dieser Fall wird weniger im Festungskriege eintreten, wo die Aufgabe zu lösen ist, an eine durch die Gefechtsverhältnisse gebotene Flugbahn die erreichbar höchste Geschoßwirkung zu knüpfen, um die hier in der Regel mit großer Widerstandsfähigkeit ausgerüsteten Objekte wirksam zu bekämpfen und die leichtern dem Geschoßfluge ent-

gegentretenden Deckungen ꝛc. zu durchschlagen, die festern schnell aus dem Wege zu schaffen. Die Flugbahnformen sind im Festungskriege durch die Konstruktion der Festungswerke und Belagerungsarbeiten ziemlich konstante, leicht zu bestimmende Größen, und man kann deshalb den Gebrauch dieser Formen und mithin der Elevationen leicht in gewisse, geringen Schwankungen unterworfene Kategorieen bringen. Dadurch gewinnen die Konstruktionsaufgaben für die Festungsgeschütze, namentlich der Haubitzen, eine auf bestimmte Flugbahnformen und auf daran geknüpfte große Geschoßwirkung gestellte Grundlage, so daß diese Aufgaben ihre Lösung mit um so größern Opfern an Fügsamkeit ihrer Flugbahnen und ihres Gebrauches erfahren können und müssen, je bestimmter sie auf eine große Geschoßwirkung bei gewissen Flugbahnformen hingewiesen sind.

Im freien Felde dagegen sind die Verhältnisse ganz anderer Natur. Die zu bekämpfenden Objekte sind, von sehr seltenen Ausnahmen abgesehen, mit geringer Widerstandsfähigkeit ausgerüstet, so daß leichte Geschosse mit mäßigen Anfangsgeschwindigkeiten zu ihrer Bekämpfung vollkommen ausreichen. Für jene seltenen Ausnahmen, wenn sie nicht anders umgangen werden können, reichen die schweren Feldkanonen durch die größere Stoßkraft ihrer Geschosse aus, und ersetzen schlimmsten Falls durch eine größere Zahl der Schüsse, was dem einzelnen Treffer an Wirkung gebricht.

Dagegen erscheinen im freien Felde die Fälle sehr häufig, daß die Objekte durch das Terrain in der verschiedensten Art gedeckt sind, daß die Deckungen in allen Formen, Höhen und Lagen zum Objekt und zum Geschütz erscheinen, daß das Geschütz in der Wahl der Aufstellung gegen das Objekt mehr oder weniger beschränkt ist.

Man kann daher im freien Felde die lebhafte Theilnahme der Artillerie an den wechselvollen Gefechtsverhältnissen nur dadurch genügend sicher stellen, daß man ein Geschütz hat, welches

durch den Formenreichthum seiner Flugbahnen und Gebrauchsweise, so wie durch große Unabhängigkeit von den Chikanen des Terrains und der Stellung seine stete Thätigkeit behaupten kann. Die Kanonen sind hierzu eben so wenig geeignet als die Mörser, und selbst, wenn man die letztere für den Feldkrieg zu unbequeme Geschützgattung mitführen wollte, würde die Feldartillerie nicht die erforderliche Fügsamkeit besitzen, weil im freien Felde nicht allein sehr verschiedene Flugbahnformen erforderlich werden, sondern auch die Bedingung eines schnellen Wechsels dieser Formen erfüllt werden muß. Die Mörser sind ohne diese Fähigkeit eines schnellen Formwechsels der Flugbahnen und mithin für den Feldkrieg ungeeignet.

Da nun die Gefechtsverhältnisse im freien Felde durch die langen Kanonen allein um so weniger bestritten werden können, als die Mörser ihnen nicht zur Seite stehen, so bedarf man der kurzen Haubitze, d. h. des eigentlichen Mittelgeschützes, als des fügsamsten aller Geschütze, hier gerade um so dringender. Die lange Haubitze würde diesem Zwecke nicht entsprechen und für eine Menge Fälle sich nicht mit so großer Trefffähigkeit fügsam erweisen, wie die kurze. Je mehr die lange Haubitze auf einen beherrschenden Geschoßflug berechnet, je näher sie durch ihre Wirkungsweise dem Kanon gerückt würde, um so unfügsamer und ungenügender würde sie auch für das wechselvolle, schnell veränderliche Gefecht im freien Felde. Sie würde den Kanonen an beherrschender Kraft nicht gleichstehen und den empfindlichsten Verlust an ihrem werthvollsten Vorzuge, an ihrer Geschmeidigkeit und Fügsamkeit erlitten haben *). Hieraus schließen wir:

1. Die natürliche Bestimmung der kurzen Haubitze, ihre werthvollste, vornehmste Eigenschaft und die Grundlage

---

*) Außerdem würde die lange Haubitze die richtige Lagerung des Geschosses in Bezug auf den Schwerpunkt im freien Felde nicht möglich werden lassen, weil hier von künstlichen Ladungsmethoden begreiflicher Weise keine Rede sein kann.

ihres reichsten Ertrages, nämlich die Fügsamkeit der Flugbahnen und die daraus folgende taktische Geschmeidigkeit, verweisen den Gebrauch dieser Geschützgattung vorzugsweise auf den Krieg im freien Felde.

2. Für den Festungskrieg ist die kurze Haubitze weniger geeignet, weil es hier weniger auf Fügsamkeit der Flugbahnen, als auf große Begünstigung der Geschoßwirkung bei gegebenen Flugbahngestalten ankommt.

3. Die kurzen Haubitzen sind von leichtem Kaliber zu konstruiren.

Die Steigerung der Geschoßwirkung bei einer gegebenen Flugbahngestalt geschieht, wie erwähnt, durch Stoßgewalt oder durch Fallkraft. Wenn auch in beiden Fällen die Begründung einer großen Zerstörungsgewalt durch die Größe der Geschosse in erster Instanz begründet, also auch bei kurzen Haubitzen erreicht werden kann, so sind doch die für die Bewegung schwerer Geschosse nothwendigen starken Ladungen, mit Rücksicht auf die Leichtigkeit der kurzen Haubitze und mit Rücksicht auf die für eine vorherrschende Erstwirkung großer Ladungen ungeeignete Laffetenform, bei kurzen Haubitzen ein unnatürliches und ungeeignetes Element. Eine große Stoßgewalt wird daher besser und mit mehr Erfolg, bei größerer Trefffähigkeit durch längere Röhre und eine bedeutende Fallkraft am besten und vollkommensten durch Mörser erzielt. Nur in denjenigen Fällen des Festungskrieges, wo geschmeidige Flugbahnen, sehr mäßige Geschoßwirkungen, schnelle Aufstellung, erhöhete Gefechtsbereitschaft und Manövrirfähigkeit in den Vordergrund treten, da werden kurze Haubitzen treffliche Dienste leisten. (Gegen die Waffenplätze, das Innere der Werke, gegen Sappenteten ꝛc.)

Wir haben bereits erwähnt, daß im Festungskriege die Unveränderlichkeit und die meist genau bekannten Dimensionen ꝛc. der Festungswerke und Belagerungsarbeiten, so wie die hieraus folgende Beständigkeit und Bestimmbarkeit der Geschützstellungen zum Objekt, auch die Flugbahngestalten in ziemlich fest und

scharf begrenzte, geringen Schwankungen unterworfene Kategorieen hinstellen.

Diese Kategorieen sind nur dann mit den höchsten Geschoßwirkungen, mit der größten Trefffähigkeit zu vereinigen, wenn die Flugbahngestalten dieser Kategorieen durch die auf sie basirten Geschützkonstruktionen zu natürlichen Flugbahnformen der daraus hervorgehenden und für sie bestimmten Geschützröhre gemacht werden. Hierdurch gelangt man bei entsprechender Größe der Geschosse zur Kombination einer erhöheten Geschoßwirkung und Trefffähigkeit mit einer gegebenen Flugbahn, worauf es bei der Konstruktion und dem Gebrauche der Festungsgeschütze stets abgesehen ist.

Es kommt daher vor allen Dingen darauf an, sich über jene Kategorieen zu einigen, die wesentlichsten und allgemeinsten Flugbahnformen für den Festungskrieg festzustellen, bevor zur Konstruktion geschritten wird.

Ist auf diese Weise die natürliche Flugbahn (Elevation) für die lange Haubitze festgestellt, so wird sich nach der von uns angedeuteten Methode ihre Stellung zwischen Kanonen und Mörsern und ihre natürliche Ladung im Verhältniß zum Geschoßgewichte ergeben, aus welcher dann die weitere Konstruktion, ihre Kammergröße, Fluglänge u. s. w. abzuleiten sind.

Die Nothwendigkeit langer Haubitzen für den Festungskrieg ist unbestreitbar. Das im Festungskriege zu bekämpfende Terrain (die Stellung des Gegners) ist auf künstlichem Wege vielfach durchschnitten, die Gefechtsobjekte sind meistens sehr gut gedeckt, liegen oft hinter starken und hohen Masken von Mauerwerk, Erde ꝛc. in verschiedener Höhe zum Horizonte, und die Artillerie sieht sich in der Wahl und Entfernung der Aufstellungspunkte sehr eingeschränkt, an gewisse Regeln und Gesetze gebunden. Hieraus entspringt sehr häufig das Bedürfniß, bedeutende Geschoßwirkungen an gewisse Flugbahnformen zu knüpfen, welche durch die gegenseitige Lage von Geschütz und Ob-

jekt und durch die Deckungsweise des letztern unabweislich geworden sind.

Die langen Kanonen würden dergleichen Flugbahnen, wenn sie sich über eine bald erreichte Grenze hinaus krümmen sollen, nicht ohne den empfindlichsten Verlust an Stoßkraft des Geschosses erzeugen können und die kurzen Kanonen würden aus demselben Grunde und weil sie für geringe Ladungen konstruirt sind, dieß noch weit weniger vermögen. Die Mörser aber sind, abgesehen von ihrer geringen Trefffähigkeit, gegen aufrecht stehende Objekte gar nicht anzuwenden.

Wenn aber überhaupt an gewisse Flugbahnen möglichst bedeutende Wirkungen geknüpft werden sollen, so ist dieß nur durch ein bedeutendes Geschoßgewicht zu begründen und vorzugsweise dann, wenn die Flugbahn sich merklich krümmen muß.

In der Erfüllung dieses Zweckes ist die eigentliche Bestimmung der langen Haubitze gegeben, und wir erhalten demnach:

4. Die lange Haubitze ist ihrer Natur nach für den Festungskrieg bestimmt.
5. Die lange Haubitze muß von schwerem Kaliber sein, und
6. Je größer die Krümmung ihrer natürlichen Flugbahn, oder je größer ihre natürliche Elevation, desto schwerer muß die lange Haubitze kalibrirt werden.

Für den Feldkrieg ist die lange Haubitze nicht geeignet, weil sie ihrer Konstruktion nach keine genügende Fügsamkeit ihrer Flugbahnen hat, ohne die beherrschende Kraft des Kanonenschusses erreichen zu können. Wo im freien Felde die Beherrschung tiefer Räume zum Hauptelement der Wirkung wird, da ist das lange Kanon das in jeder Beziehung vorzüglichste Geschütz, und die kurze Haubitze kann sich dieser Wirkung durch den Rollwurf sehr kräftig anschließen, wenn das Terrain nicht zu ungünstig wird, sonst aber in einer für ihre Natur möglichst flach gehaltenen Flugbahn und durch die ihr anzueignende große Trefffähigkeit dem Kanon nahe kommen. Die lange Haubitze wird

auch nur erheblich mehr leisten können, wenn sie bei den größern Entfernungen zu verhältnißmäßig sehr bedeutenden und in vielen Richtungen eben so unbequemen als unnatürlichen Ladungen greift; dafür wird denn auch die lange Haubitze für die nähern Entfernungen und für gekrümmtere Flugbahnen um so ungeeigneter und der kurzen Haubitze an Wirkung des Geschosses, wie an Trefffähigkeit wesentlich nachstehen. Es wird der langen Haubitze viel schwerer werden, das Liegenbleiben der Geschosse auf kurzen Entfernungen zu erreichen und gedeckte, liegende Flächen (das Innere von Schanzen, Defileen ꝛc.) mit liegenbleibenden Geschossen zu überschütten, namentlich auf geringen Entfernungen, als der hierzu so trefflich geeigneten kurzen Haubitze.

Die den langen Haubitzen zugeschriebene größere Kartätschwirkung scheint kein so starkes Motiv zu sein, um Ersatz für die geopferte Fügsamkeit der Flugbahnen zu bieten. Wollte man auch zugeben, daß die Kartätschwirkung der langen Haubitze die der kurzen bedeutend übersteigt, so spricht doch immer noch die erfahrungsmäßig große Seltenheit der Anwendung dieser Geschoßart bei Haubitzen überhaupt sehr schwach für diesen Vorzug der langen Haubitze. Wenn überdieß in den Kanonenbatterieen die Kanonen derselben eine wirksame Kartätschlage abgegeben haben, so läßt sich die schwächere Kartätschwirkung der kurzen Haubitzen nicht sehr bemerken, und blieben die Kanonen unwirksam, oder beachtete sie der Gegner nicht, so dürften lange Haubitzen auch keinen wesentlichen Umschwung der Gefechtslage hoffen lassen. Haubitzbatterieen werden nur in sehr seltenen Fällen dergleichen Gefechtsverhältnisse durchzukämpfen haben, und die Kriegsgeschichte weist uns bisher wenig oder gar keine Beispiele nach, wo solche Batterieen wegen zu geringer Kartätschwirkung verloren gingen.

Wir schließen aus diesen Betrachtungen:

7. Die lange Haubitze ist kein für den Feldkrieg geeignetes Geschütz, am wenigsten für Haubitzbatterieen.

Was nun schließlich die Kammer der langen Haubitze angeht, so muß dieselbe den früher entwickelten Gesetzen gemäß konstruirt sein, also auch, im Widerspruche mit den bisherigen Konstruktionen, cylindrisch. Es erscheint durchaus nicht haltbar, die Vortheile der cylindrischen Kammer gegen die Nachtheile der konischen einzutauschen, um das Einbringen der Ladung in die Kammer zu erleichtern. Wenn man das Geschoß der langen Haubitze durch besondere Hilfsmittel einbringen kann und muß, so ist es noch weit leichter, Kartuschen in die cylindrische Kammer zu schieben. An Zeit wird bei der Feuerthätigkeit der langen Haubitze im Festungskriege niemals so großer Mangel sein, daß das Einbringen der Kartusche empfindliche Verzögerungen bereiten könnte. Wo es aber, wie bei der langen Haubitze, so sehr auf eine große Trefffähigkeit des Zielpunktes ankommt, da können die gleichmäßige Lagerung der Kartusche in der Kammer, der regelrechtere Verschluß der Kammer durch das Geschoß, die Begründung eines stets gleich großen Kammerraumes niemals mit Gleichgiltigkeit betrachtet, am wenigsten aber dem bequemern Einbringen einer Kartusche geopfert werden. Wenn die langen Haubitzen auch bei konischen Kammern eine befriedigende Trefffähigkeit erlangt haben, so ist dieß noch kein Grund, die konische Konstruktion zu billigen. Wir verlangen deshalb, daß auch:

8. die lange Haubitze eine cylindrische Kammer erhalte, weil diese Form die richtige ist.

Je nachdem nun die Geschosse der langen Haubitze sehr harte und feste Ziele durch eine ungewöhnliche Stoßkraft zertrümmern sollen, oder durch eine bedeutende Stoßkraft bis zu einer für eine bedeutende Sprengkraft günstigen Tiefe in die Ziele einzutreiben sind, je nach dieser zwiefachen Bestimmung wählt man Voll- oder Hohlgeschosse, daher muß die lange Haubitze für den Gebrauch beider konstruirt sein. Daraus folgt:

9. Die lange Belagerungshaubitze muß für die zur Vollkugel erforderliche Ladung konstruirt werden.

Sowohl die schweren Festungs- als auch Belagerungsgeschütze, mithin auch die lange Haubitze, müssen ihre bedeutenden Wirkungen oft auf ungewöhnlichen Entfernungen erzeugen, und deshalb muß bei diesen Geschützen auf einen solchen Gebrauch gerechnet werden.

Großer Schußbereich, ungewöhnliche Stoßkraft der Geschosse und eine große Trefffähigkeit sind daher als Kriterien für die Konstruktion der langen Haubitze anzusehen.

Ausgerüstet mit diesen Eigenschaften kann und wird die lange Haubitze zu einem mächtigen Einflusse auf den Gang des Festungskrieges gelangen, sie wird die Wirkungssphäre der Festungen erweitern, während sie gleichzeitig ein eben so gefürchtetes Geschütz für deren Werke und Schutzmittel abgibt.

§. 82.

Die Karonaden und Bombenkanonen.

Im Festungskriege hat sowohl das Bedürfniß, auf ungewöhnlichen Entfernungen ein direktes Feuer von großer Stoßkraft, als auch auf nähern eine das gewöhnliche Maß der schwersten Kanonenkaliber weit überschreitende Stoßgewalt direkter Schüsse erzeugen zu können, ähnliche Konstruktionen, wie sie schon früher auf Kriegsschiffen aus den erwähnten und andern Gründen Eingang gefunden, auch für den Festungskrieg zu Lande, vorzugsweise aber für Küstenvertheidigung in Anregung gebracht.

Die langen Kanonen wie die kurzen zeigen sich selbst bei den schwersten der üblichen Kaliber für diese Zwecke unzureichend, sowohl weil sie für die Erzeugung so ungewöhnlicher Anfangsgeschwindigkeiten nicht geschaffen sind, als auch und vornehmlich, weil ihre Geschosse bei dem für so bedeutende Stoßkraft verhältnißmäßig geringen Gewichte so große Anfangsgeschwindig-

keiten erhalten müßten, um einen flachgestreckten Flug anzunehmen, wie sie des Luftwiderstandes wegen nicht mehr vortheilhaft sind. Man muß also für solche Fälle der Stoßkraft durch sehr schwere Geschosse eine kräftigere, breitere Basis geben, um günstigere Anfangsgeschwindigkeiten wählen zu können. Diese Kombination von Geschoß und Anfangsgeschwindigkeit gibt nun auch gekrümmtere Flugbahnen, als sie langen Geschützen natürlich und zusagend sind, sie verlangt deshalb auch größere Elevationen. Daraus entspringen in weiterer Folge Ladungen, welche im Verhältniß zum Gewicht der Geschosse gering sind und vorherrschend durch den ersten Stoß wirken müssen. Hieraus ergibt sich:

1. Die Karonaden und Bombenkanonen sind kurze Geschütze.
2. Sie müssen Kammergeschütze sein, und
3. Sie stehen zwischen den langen Kanonen und langen Haubitzen, weil ihre Ladungen wegen der Schwere der Geschosse eine bedeutende absolute Größe erreichen.

Es würde nicht natürlich sein, diese Geschützarten zur Begründung ihrer natürlichen Flugbahnen und ihrer natürlichen Wirkungselemente (Elevation, Ladung) zwischen die kurzen Kanonen und langen Haubitzen zu stellen, da die kurzen Kanonen ihrer Bestimmung und Konstruktion gemäß nichts als eine geschwächte Form der langen Kanonen für kürzere Schußbereiche und geringere Stoßkräfte abgeben, während die langen Haubitzen wie die Karonaden und Bombenkanonen gerade im Gegentheile die stärksten Formen ihrer Gattung sein sollen. Man würde daher, wollte man die kurzen Kanonen zur Basis wählen, heterogene Konstruktionselemente mit einander in Verbindung setzen. Es wäre dieß nicht weniger fehlerhaft, als wenn man zur Bestimmung der kurzen Kanonen die langen Kanonen und die langen Haubitzen zur Basis wählen wollte, statt daß es natürlicher die kurzen Haubitzen sein müssen.

Wir sehen, daß durch die Karonaden und Bombenkanonen das Haubitzsystem zu einer Höhe der Geschoßwirkung hinaufge-

trieben ist, welche die gewöhnlichen Grenzen weit überragt, und daß diese Geschützgattung von der höchsten Fügsamkeit zur ungewöhnlichsten Stoßkraft übergeführt werden kann. Es liegt in der natürlichen Geschmeidigkeit der Haubitze als Mittelgeschütz, daß sie in den beiden natürlichen Richtungen der Fernwirkung (Flugbahngestalt und Geschoßwirkung) gleich sehr emporgeführt werden kann, wie es weder die Kanonen noch die Mörser gestatten können, bei denen nur noch das Kaliber als natürliches Steigerungsmittel der Wirkung übrig bleibt, während ihre Flugbahnen sich in sehr bestimmten Formen erhalten müssen.

Es leuchtet daher hier von Neuem ein, welche Wichtigkeit die Haubitzen in einem Artilleriesysteme gewinnen müssen. Sie bilden auch in der That die Vollendung, den wahren Schlußstein in jedem Artilleriesysteme, während die langen Kanonen und Mörser als die beiden unveränderlichen Grundpfeiler dastehen.

Die neueste Zeit hat diese hohe Wichtigkeit der Haubitze und ihre Leistungsfähigkeit so innig aufgefaßt und begriffen, daß wir uns in der eigentlichen Entwickelungsperiode dieser Geschützgattung befinden. Der Ausgang dieser Periode, welchem mit sehr großen, vielleicht übertriebenen Erwartungen entgegengesehen wird, kann erst in einem der künftigen Festungskriege seine Ergebnisse vor Augen führen.

Daß wir auch den Karonaden und Bombenkanonen, wie allen Kammergeschützen, cylindrische Kammern zusprechen, folgt aus den frühern Erörterungen; aber dieß ist auch der Fall mit der für alle Geschütze durchgreifend giltigen Austrichterung der Mündung.

Endlich bemerken wir noch, daß es nur vortheilhaft und begründet erscheinen kann, die Karonaden und Bombenkanonen von schwerem Kaliber zu konstruiren, um ihre eigenthümlichen Vortheile zur höchsten Ausbeute zu bringen. Bei kleinern Kalibern würde die Stoßkraft ihrer Geschosse zu schwach ausfallen

und sie würden bis zur Leistungsfähigkeit der kurzen Kanonen herabgedrückt die Nothwendigkeit, wie den Nutzen einer besondern Konstruktion keinesweges rechtfertigen. Man kann es nicht zu oft als einen durchgreifenden artilleristischen Grundsatz hinstellen, daß man nur mit gleichzeitiger und angemessener Vergrößerung des Kalibers von jenen drei Kardinalkonstruktionen eines Artilleriesystemes, von den langen Kanonen, den kurzen Haubitzen und den Mörsern aus in die Räume zwischen selbigen eintreten darf.

So wie man also die kurzen Kanonen von schwererem Kaliber wählen muß, so wie derselbe Satz von den langen Haubitzen gilt, so auch von den Karonaden und Bombenkanonen.

Nach diesem Grundsatze würden wir die leichten Karonaden, eben so wie die Einhörner (lange Haubitzen mit konischer Kammer), als keine gewinnbringende Vervielfältigung des Geschützsystemes ansehen.

Nachdem wir hiermit die Konstruktion des Geschützsystemes als vollendet erachten, bleibt uns nur noch übrig, die Kombinationen von Geschütz, Geschoß und Flugbahn einer besondern Betrachtung zu unterwerfen. — Die Wichtigkeit der richtigen Kombination dieser genannten drei Elemente rechtfertigt den Beginn eines besondern Kapitels.

Sechstes Kapitel.

Ueber die Kombination von Geschütz, Geschoß und Flugbahn.

§. 83.

Allgemeine Betrachtung.

Wie wir wissen, ist die Wirkung des Geschosses, das Endziel aller bisher betrachteten Konstruktionsbedingungen, erstens abhängig von der Größe desselben und seiner eigenthümlichen Wirkungsweise, zweitens von der Art und Weise, wie selbiges mit dem zu bekämpfenden Objekte in Verbindung gebracht wird, also von der Richtung und Stoßkraft, dem Endresultate der Flugbahn, und endlich drittens abhängig von dem Widerstande des Objekts. Der Widerstand des Objektes muß sowohl bei der Konstruktion, als auch nachher beim Gebrauche als eine gegebene Größe betrachtet werden, durch welche die Art und Größe des zu seiner Bekämpfung anzuwendenden Geschosses in erster Instanz bedingt werden. Die Widerstandsart des Objektes und seine Lage zum Geschütz bestimmen eine Flugbahngestalt und eine Endgeschwindigkeit (Elevation und Anfangsgeschwindigkeit) als die der Wirkung des gewählten Geschosses günstigste, so daß wir das bewegte Geschoß als die zu seiner Wirkung günstigste Kombination der in ihm vereinigten Elemente anzusehen haben, weil es natürlich ist, daß man für jeden gegebenen Gebrauchsfall das günstigste zu Gebote stehende Geschoß stets mit der seiner Wirkung angemessensten, von den Umständen gestatteten, Flugbahn verbinden wird. Die bewegende Kraft und das Geschütz er-

zeugen und regeln die Flugbahn nach ihren verschiedenen Elementen. Es kommt mithin vor allen Dingen darauf an, die allgemeinen Gesetze für die Kombinationen zwischen Geschoß und Flugbahn hinzustellen, aus denen sich alsdann die Verbindung mit dem Geschütz, dem Regulator der Flugbahn von selbst ergeben wird.

Das Geschoß wird nur durch die Berührung mit dem Objekte wirksam, bedarf also in allen Fällen einer gewissen Stoßkraft, die Flugbahn muß daher diesen Stoß abmessen und in die geeignetste Richtung bringen. Die Abmessung und Richtung des Stoßes kann aber nicht einseitig durch die Flugbahn erstrebt werden, weil die Gestalt der Flugbahn mit der Wahrscheinlichkeit das Objekt zu treffen in die engste Verbindung gebracht werden muß, so daß die Stoßkraft des Geschosses in vielen Fällen das vom Widerstande bedingte Maß weit überschreiten muß. Die Stoßkraft steht durch die sie erzeugende Geschwindigkeit mit der Krümmung der Flugbahn, mit der Größe des bestrichenen Raumes, mit der beherrschenden Kraft des Geschosses in unmittelbarer Verbindung. Der Kanonenschuß im freien Felde würde wegen der geringen Widerstandsfähigkeit der zu zerstörenden Ziele eine weit geringere Stoßkraft in Anspruch nehmen, als ihm in der Wirklichkeit zu Theil wird; allein bei ihm ist nicht sowohl das unmittelbar zu vernichtende Objekt als Maß der Stoßkraft anzusehen, sondern der kräftige, langgestreckte Stoß durch die tiefen, vom Gegner besetzten oder frei zu haltenden Räume, der niedrige, flache Geschoßflug, die Größe des bestrichenen Raumes und die hierdurch begründete Wahrscheinlichkeit des Treffens geben das Maß der hier nothwendigen Stoßkraft an.

Man muß daher den Zweck der Stoßkraft sehr scharf ins Auge fassen, wenn man die Gesetze für die Kombination des Geschosses und der Flugbahn hinstellen will.

Bedarf man des Stoßes nur zur Ueberwindung des ent-

gegentretenden Widerstandes, wobei natürlich die Entfernung des Objektes und die durch seine Lage erreichbar werdende Wahrscheinlichkeit des Treffens in Rechnung zu bringen sind, so ist der Stoß durch die Größe und Art des Geschosses in erster Instanz zu begründen und durch die Anfangsgeschwindigkeit und Elevation nach den übrigen Bedingungen zu regeln. Wir möchten diese Stoßkraft die Stoßkraft des Geschosses nennen im Gegensatze zu der Stoßkraft der Flugbahn, welche die Krümmung der Flugbahn, als unmittelbare Folge der Anfangsgeschwindigkeit, bedingt. Die Stoßkraft der Flugbahn stützt sich daher im Gegensatze zur vorigen vorherrschend auf die Anfangsgeschwindigkeiten. Wir erhalten demnach in den beiden nachstehenden Formeln, in welchen wir das bestimmende Element der Stoßkraft an die Spitze gestellt haben, den allgemeinsten Ausdruck für die Grundgesetze der Kombination von Geschoß und Flugbahn:

1. Die Stoßkraft des Geschosses wird begründet durch die Art und das Gewicht desselben und geregelt durch die Anfangsgeschwindigkeit.
2. Die Stoßkraft der Flugbahn wird begründet durch die Anfangsgeschwindigkeit und geregelt durch die Art und Größe des Geschosses.

Hieran reihen sich folgende allgemeine Gebrauchsregeln:

3. Bei der Stoßkraft des Geschosses knüpft man an das Geschoß eine den Umständen angemessene, weder zu große noch zu geringe Geschwindigkeit, so weit sich in der Praxis das Maß irgend bestimmen läßt.
4. Bei der Stoßkraft der Flugbahn knüpft man an eine möglichst stark gehaltene Geschwindigkeit das dem Wirkungszwecke angemessenste Geschoß *).

---

*) Wenn wir von Stoßkraft der Flugbahn sprechen, so beziehen wir uns hierbei nicht auf die durch starkgekrümmte Flugbahnen erzeugte Fall-

§. 84.

Nähere Gesetze für die Kombination des Geschosses mit der Flugbahn.

Die Stoßkraft des Geschosses, wie wir diesen Ausdruck nunmehr verstehen, hat die Zertrümmerung oder Beschädigung eines Objektes von größerer Widerstandsfähigkeit zum Zwecke, und muß daher der Größe und Art des Widerstandes angemessen werden.

Gegen starre, harte, spröde Objekte bedarf man eines scharfen und mächtigen Stoßes in einer der Lage des Objektes angemessenen Richtung. Bietet das Objekt dem Schusse eine aufrecht stehende Fläche dar, so wird man die Wirkung des Geschosses um so mehr begünstigen, je senkrechter das Geschoß gegen diese Fläche getrieben werden kann, und man wird, wenn vorliegende Masken es hindern, diese Masken in einem so flachen Bogen zu überschießen suchen, als es irgend gehen will.

In allen diesen Fällen wird man sich der eisernen Vollgeschosse bedienen und sie mit der durch die Umstände gebotenen Flugbahn verbinden. Wir erhalten demnach:

1. Stoßkraft gegen aufrechte, feste, harte und spröde Ziele:

---

kraft der Geschosse, wie dieß bei Mörsern der Fall ist, sondern nur auf die durch die Anfangsgeschwindigkeit bedingte Kraft des Geschoßfluges, den Einwirkungen des Luftwiderstandes und der Schwerkraft entgegen die anfängliche Richtung und Geschwindigkeit möglichst unverändert und unvermindert für einen längern Flug beizubehalten, mit flacher, langgestreckter Bahn tief in den zwischen Geschütz und Gefechtsobjekt liegenden Raum hineinzustoßen und so das Ziel auf dem kürzesten Wege zu erreichen.

Daß die Stoßkraft des Geschosses durch die Gestalt der Flugbahn wesentlich bedingt ist, versteht sich von selbst, und eben so, daß die höchste Stoßkraft des Geschosses aus der Kombination derselben mit der Stoßkraft der Flugbahn hervorgehen muß.

Wir haben diese Begriffe auch nur für unsre Betrachtung trennen müssen, und wir erkennen es als selbstverständlich an, daß die beiden genannten Elemente in der Wirklichkeit stets zusammen wirken.

Gußeiserne Vollkugel und möglichst flach gehaltene Flugbahn; große Anfangsgeschwindigkeit, starke Ladung.

2. Je mehr man vorliegender Deckungen wegen die Flugbahn krümmen muß, desto größer und schwerer ist die Vollkugel zu wählen.

Wenn dagegen dergleichen Objekte liegende Flächen darbieten, so muß die Stoßkraft durch hohen Fall des Geschosses erzeugt werden. In der Regel bieten diese Ziele durch die sie schützende Decke von Erde oder andern den Stoß, die Erschütterung schlecht leitenden Aufschüttungen für die Geschoßwirkung einen doppelten Widerstand dar, welcher demgemäß auch auf doppeltem Wege zu bekämpfen ist. Man ist genöthigt, das Ziel von seiner Ueberschüttung bloß zu legen und dann gegen dasselbe durch einen mächtig erschütternden Stoß zu wirken. Hieraus folgt:

3. Stoßkraft des Geschosses gegen liegende, feste, harte und spröde Ziele: Sehr schwere eiserne Vollgeschosse und sehr hochgekrümmte Flugbahnen, um bedeutende Fallhöhen zu erzeugen. Möglichst hohe Elevation und angemessene Ladung.

4. Zur Wegräumung der etwa aufliegenden Erddecke ꝛc. als Vorbereitung: Bedeutende Sprengwirkung erzeugt durch schwere Hohlgeschosse mit großer Tiefe des Eindringens, also schwere Hohlgeschosse unter hochgekrümmten Flugbahnen. Große Eisenstärke der Hohlgeschosse, starke und heftige Sprengladungen von feinkörnigem, gasreichem Pulver.

Wenn dagegen die Stoßkraft gegen Objekte wirken soll, welche eine große Widerstandsfähigkeit weniger durch einen innigen, festen Zusammenhang der Theile, durch Härte oder Sprödigkeit äußern, als vielmehr durch Zähigkeit des Zusammenhanges, durch Elastizität der Materie oder durch die Schwere der an und über einander geschichteten, lose an einander liegenden

Theile, so ist ein kurzer, erschütternder Stoß weit unwirksamer, als ein matterer, nachhaltiger Stoß, und je nach den Umständen ist letzterem meistens die Sprengwirkung eines zu hinreichender Tiefe in das Ziel eingedrungenen Geschosses weit überlegen. Die Größe und Wirkungsweise des Geschosses ist hier die natürlichste und fast ausschließliche Basis für die Größe der Wirkung. Hieraus folgert sich:

5. Stoßkraft gegen aufrechte, sehr widerstandsfähige Deckungen, Brustwehren, Barrikaden ꝛc. von Erde, ähnlichen Aufschüttungen ꝛc. entweder sehr schwere Vollgeschosse mit ausreichend großen, nicht zu heftig wirkenden Anfangsgeschwindigkeiten und in möglichst flachen Flugbahnen, um diese Objekte aufzulockern und abzukämmen, oder Hohlgeschosse mit einer zur günstigsten Tiefe des Eindringens eben ausreichenden Stoßkraft und der durch die Umstände zulässigen Gestrecktheit der Flugbahn.
6. Je gekrümmter die Flugbahn, je größer die Entfernung, desto schwerer das Geschoß.
7. Stoßkraft gegen eben solche, aber liegende Ziele: Hohlgeschosse unter so stark gekrümmten Bahnen, daß durch die Fallhöhe die zur Sprengwirkung günstigste Tiefe des Eindringens erzeugt wird.
8. Für diese Wirkung entweder: Mittlere Hohlgeschosse und größte zulässige Elevation, oder schwere Hohlgeschosse und angemessen geringere Elevation.

Die hier angedeuteten Stoßwirkungen unterliegen noch mehrfachen Modifikationen und treten in vielfache Verbindung, um einander vorzuarbeiten und das begonnene Werk zu vollenden. Sie finden die hauptsächlichste Anwendung im Festungskriege gegen Mauerwerk, Gewölbe, Deckungen von Holz, gegen Erdbrustwehren, starke Verrammelungen ꝛc. und müssen mit den verschiedenartigsten Flugbahngestalten in Verbindung gebracht werden. Bresch-, Wurf-, Demontir-, Enfilir- und Rikoschettfeuer

sind die bekannten Bezeichnungen für die verschiedenen Flugbahngestalten.

Im Allgemeinen ist der Grundsatz festzuhalten, daß man, so lange es irgend zulässig ist, die Flugbahn wählt, welche das Geschoß in der zur Wirkung günstigsten Richtung gegen das Objekt treibt, und wo man diese Wahl frei hat, darf man sich bei der Wahl der Größe und Art des Geschosses der wünschenswerthen Sparsamkeit mit schweren und mit Hohlgeschossen so weit überlassen, als man durch die Flugbahngestalt die Wirkung erhöhen kann. Muß man aber, wie namentlich beim Wurf- und Rikoschettfeuer, oft auch beim Breschiren und Demontiren, Flugbahnen wählen, welche die Geschoßwirkung nicht begünstigen, oder gar schwächen, oder übt die Größe der Entfernungen einen ähnlichen Einfluß auf die Krümmung der Flugbahn, Richtung des Stoßes aus, so müssen diese Nachtheile durch schwere Geschosse und durch Steigerung mittelst der Sprengwirkung übertragen werden.

Auf der andern Seite folgt aber auch, daß man, je schwerer das anzuwendende Geschoß gewählt wird, oder wenn es Hohlgeschoß ist, die Wirkung dieser Geschosse an fügsamere Flugbahnen zu knüpfen bestrebt sein muß, um ein so kostbares, wirkungsfähiges Material nicht wegen Einförmigkeit, Unfügsamkeit der Flugbahnen in vielen Fällen unanwendbar zu machen. Hieraus entspringt die Nothwendigkeit, Geschütze, welche ungewöhnlich schwere Vollgeschosse oder Hohlgeschosse anwenden sollen, kurz im Rohre zu halten und wo möglich als Kammergeschütze zu konstruiren (Bombenkanonen, Karonaden, lange Haubitzen).

Die Stoßkraft des Geschosses kann endlich zur Begründung besonderer Geschoßwirkungen benutzt werden, als zur Begründung der Zündwirkung, der Leuchtwirkung, der Sprengwirkung gegen Truppen, (Spiegelgranaten, Kartätschen, Steine u. s. w.)

In allen diesen Fällen ist die Stoßkraft sehr genau abzu-

messen und meistens sehr gering zu halten. Diese Bedingung und die Wahrscheinlichkeit des Treffens bestimmen alsdann die Gestalt der Flugbahn, welche merkliche Veränderungen erleiden kann.

Die Stoßkraft der Flugbahn ist als eine Folge des großen Werthes anzusehen, welchen man auf einen tiefe Räume beherrschenden, flach über selbige hingestreckten Geschoßflug in vielen Fällen legen muß. Da man tiefe Räume niemals durchschießen kann, wenn sie von festen, sehr widerstandsfähigen Objekten unterbrochen wären, sondern nur, wenn eine Menge einzelner Objekte von geringer Widerstandsfähigkeit sich auf diesen Räumen befindet oder bewegt, so ist eine so bedeutende Stoßkraft des Geschosses, wie sie für eine lange und flachgestreckte Flugbahn erforderlich ist, der Widerstandsfähigkeit jener Objekte weit überlegen.

Man erhält demnach:

9. Stoßkraft der Flugbahn: Möglichst starke Anfangsgeschwindigkeit, die leichtern Kaliber der Voll- und Hohlkugeln, Shrapnels ꝛc., möglichst geringe Elevationen.

Wir gehen gestützt auf diese allgemeinen und nähern Kombinationen zwischen Geschoß und Flugbahn nunmehr zur Kombination der Geschütze, Geschosse und Schußarten über.

§. 85.

Die langen Kanonen. Ihre Geschosse und Schußarten.

Die langen Kanonen sind zur Erzeugung sehr flachgestreckter Flugbahnen bestimmt und durch ihre Konstruktion in eben dem Grade geeignet, bedeutende Schußweiten zu geben, als unfähig, merkliche Krümmungen der Flugbahnen ohne Nachtheil für die Wirkung und Trefffähigkeit einzugehen. Sie sind mithin ausschließlich zur Erzeugung der Stoßkraft des Geschosses gegen aufrechte Ziele und der Stoßkraft der Flugbahn gegen tiefe, freie Räume geschaffen.

Ihre Geschosse werden wegen der Unveränderlichkeit der Ladung auf den geringern Entfernungen einen sehr heftigen, kurzen, zertrümmernden Stoß ausüben, welcher mit der Zunahme der Entfernungen matter wird, ohne durch eine besondere Wirkungsweise unterstützt werden zu können, weil man aus langen Kanonen nicht mit Vortheil Sprenggeschosse anwenden kann. Hieran hindert nicht allein die wenig veränderliche Ladung, die Zahl und Heftigkeit der Kugelanschläge in einem langen Rohre, sondern man würde auch selbst bei angemessener Verringerung der Ladung mit dem verhältnißmäßig zu leichten Sprenggeschoß weder eine hinreichende Stoßkraft, noch eine genügende Treffähigkeit vereinigen können.

Die langen Kanonen können daher nur mit Vollkugeln kombinirt werden.

Mit diesen Geschossen, welche für ihre Größe das größte Gewicht des Geschosses liefern, mithin die Stoßkraft begünstigen und zur Annahme der größten zulässigen Anfangsgeschwindigkeit am geeignetsten sind, erzeugen die langen Kanonen die an die kleinste Stoßfläche (Durchschnittsfläche des Geschosses) und an die größte Endgeschwindigkeit geknüpfte Stoßkraft.

Die schwersten Kaliber sind zur Abgabe der heftigsten, erschütterndsten, zertrümmernden Stoßkraft gegen die festesten Ziele bestimmt und auf den mittlern Entfernungen wegen ihrer großen Trefffähigkeit zur Zerstörung stärkerer und festerer Brustwehren den kurzen Kanonen gleichzustellen, während sie auf den größern Entfernungen (über 600 Schritt) letztern entschieden überlegen sind.

Man würde gern über die übliche Größe der schwersten Kaliber hinausgehen, wenn nicht die Bewegung schwererer Geschosse in flachen, langgestreckten Flugbahnen zu bedeutende Ladungen mit ihrem ganzen Gefolge von Konstruktions- und Gebrauchsschwierigkeiten nach sich zöge.

Ein schwereres Kaliber als das 24pfündige erscheint daher

für lange Kanonen nicht mit Vortheil zulässig, und man ist genöthigt, wo die 24pfündige Vollkugel nicht ausreicht, die größere Stoßkraft an ein schwereres Geschoß und ein kurzes Geschütz zu knüpfen.

Dagegen erscheint es auch nicht ersprießlich, zur Stoßkraft des Geschosses eine schwächere Basis als die 24pfündige Vollkugel zu wählen, weil die leichtern Geschosse mit der Zunahme der Entfernungen schnell und empfindlich an Stoßkraft und Treffähigkeit kleiner Zielflächen abnehmen, für die Rikoschettwirkung aber von Hause aus zu schwach sind und somit eine sehr eingeschränkte Gefechtsthätigkeit entwickeln können. Wir erhalten hiernach:

1. Zur Erzeugung der Stoßkraft des Geschosses und zur Entwickelung einer genügenden, möglichst erweiterten Wirkungssphäre sind die langen Kanonen vom schwersten Kaliber, wo möglich nur vom 24pfündigen, geeignet.
2. Die Schußarten dieses Geschützes sind: Brescheschuß gegen aufrechte, einer flachen Flugbahn zugängliche und nahe Zielflächen, Demontirschuß auf den größern und großen Entfernungen des Festungskrieges, Rikoschettschuß, Enfilirschuß, die beiden letztern mit sehr flach gehaltenen Flugbahnen, alle mit Vollgeschossen, endlich der Kartätschschuß mit schweren Kugeln, und als Brandgeschoß die glühende Kugel *).

Zur Stoßkraft der Flugbahn, zur Beherrschung tiefer Räume durch einen niedrigen, flachgestreckten Geschoßflug unter Voraussetzung leichter, wenig Widerstand bietender Objekte sind die leichtern Kaliber der langen Kanonen am geeignetsten, weil sie mit einer ausreichenden Wirkung die für ihren Gebrauch im

---

*) Zu glühenden Kugeln wendet man am liebsten die mittlern Kaliber (12Pfünder) an, weil sie eine genügende Wirkung geben, schneller erglühen u. s. w. Einige Feld-12Pfünder werden bei jedem Belagerungstrain das vorkommende Bedürfniß decken.

freien Felde nothwendige Beweglichkeit, oder zu schnellen, wechselvollen Manövers im Festungskriege eine wünschenswerthe Beweglichkeit und Leichtigkeit der Bedienung verbinden. Auch in diesem Falle ist die Anwendung der Sprenggeschosse aus langen Kanonen in der Regel nicht vortheilhaft, weil die geringe Größe nur eine unzureichende Sprengwirkung und das zu geringe Gewicht einen zu wenig bestreichenden Schuß, kleinere Schußweiten, geringere Trefffähigkeit liefern *).

Je nachdem man nun im freien Felde einen vorherrschenden Werth auf die Beweglichkeit und schnelle Bedienung, Gefechtsbereitschaft der Artillerie, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle legen muß, je nach dieser Rücksicht geschieht es, daß die Feldkanonen in der großen Mehrzahl vom leichtesten der noch genügend wirkungsfähigen Kaliber gewählt werden und daß nur, um in Fällen, wo eine gesteigerte Stoßkraft gegen ungewöhnlichere Widerstände oder zur Ueberspannung ungewöhnlich tiefer Räume mit einem niedrigen, rasanten Geschoßfluge von großem Werthe ist, der unerläßlichen Leistungsfähigkeit zu genügen, ein größeres Kanonenkaliber in beschränkter Zahl der Feldartillerie beigegeben werden muß.

Daß die leichten Feldkanonen, wenn sie nicht oft in den empfindlichen Nachtheil ungenügender und zu beschränkter Leistungsfähigkeit gerathen sollen, weder zu schwach im Kaliber, noch kurz im Rohre werden dürfen, tritt klar zu Tage, wenn man die Aufgabe der Feldkanonen, den scharfen, bestreichenden und weithin wirksamen Schuß, vor Augen hat. Immer bleibt eine energische Wirkung, mag dieselbe durch große Zerstörungskraft, oder durch Beherrschung großer Räume, schnelle Bewegungen, Gefechtsbereitschaft und heftige Feuerthätigkeit erreicht werden, die Grundbedingung eines jeden Geschützes, welches eine große und allgemeine Anwendung erfahren soll. Wir erhalten sonach:

*) Ausnahmsweise kann der 12Pfünder mit Handmörsergranaten und kleinen Ladungen gegen Sappenteten recht nützlich werden.

3. Zur Erzeugung der Stoßkraft der Flugbahn sind die langen Kanonen vom mittlern, kleinen und kleinsten Kaliber am geeignetsten, wenn man die letztern (3 und 4Pfünder) überhaupt noch zulassen will.
4. Die Schußarten dieser Geschütze sind: Bogenschuß, Rollschuß und Kartätschschuß.
5. Zu den Feldkanonen sind die mittlern und kleinen Kaliber der langen Kanonen zu wählen, weil die kleinsten nicht geeignet erscheinen, eine genügende Energie der Wirkung an den großen Wirkungsbereich der Feldgeschütze zu knüpfen, außerdem fast keine Kartätschwirkung haben.
6. Die Verkürzung der Feldkanonen ist mit äußerster Vorsicht zu behandeln.

Wir dürfen hierbei den bisher unerwähnt gebliebenen Shrapnelschuß, welcher so vielversprechend erscheint und noch mehr Erwartungen erweckt hat, nicht weiter mit Stillschweigen übergehen.

Als Grundbedingungen seines großen Erfolges erscheinen folgende Elemente: Größe des Geschosses, die große Zahl der eingeschlossenen Kugeln von nicht zu geringem Gewicht, eine bedeutende Triebkraft des unzertheilten Geschosses, die rechtzeitige Zertheilung desselben, also auch genaue Kenntniß der Entfernungen, frei und aufrecht stehende Ziele der geringsten Widerstandsfähigkeit, also Truppen, und zwar in geschlossener Formation, so wie endlich große Schnelligkeit der Gefechtsbereitschaft und der Feuerthätigkeit.

Außerdem treten noch als den Erfolg bedingende und steigernde Elemente zur Berücksichtigung hervor: möglichst weitreichende Wirkungssphäre und Treffen (Zertheilen des Geschosses) vor dem ersten Aufschlage.

Fassen wir alle diese Elemente eines erfolgreichen Shrapnels zusammen, so ist das lange Kanon zwar geeignet, eine bedeutende Triebkraft des Geschosses zu erzeugen, allein die Heftigkeit

der Geschoßanschläge im Rohre verlangt eine bedeutende Geschoßstärke, um nicht zertrümmert zu werden, eine zu große, die Shrapnelwirkung schwächende Sprengkraft, einen geringen Inhalt an Kugeln, so daß aus diesen Gründen nur die mittlern und schweren Kaliber der langen Kanonen überhaupt fähig sein dürften, einen erheblichen Shrapnelertrag zu begründen.

Die für den Festungskrieg bestimmten schweren Kanonen werden, weil die Truppenversammlungen des Gegners meist gedeckt und für wenig fügsame Flugbahnen unerreichbar erfolgen, überdieß nicht mit der für sichern Shrapnelerfolg unerläßlichen Geschlossenheit, Tiefe und Erkennbarkeit der Form eintreten, auch nur höchst selten oder gar nicht in den Fall kommen, vom Shrapnel Gebrauch zu machen. Dagegen werden die größern Kaliber der Feldkanonen einen desto reichern Gewinn von dieser Geschoßart ziehen können. Sie werden hierbei noch durch den Umstand begünstigt, daß der Shrapnel seinem Wesen nach ein Geschoß des Vertheidigungsgefechtes ist, welches die für seinen Ertrag günstigen Elemente eines geringen Stellungswechsels, einer genauern Bekanntschaft mit den anfänglichen Entfernungen, einer sorgfältigen Wahl des Gefechtsfeldes und der Gefechtsstellungen, so wie einen zähern und geregeltern Verlauf der Gefechtsverhältnisse darbietet. Wenn nun aber hierbei der Uebelstand um so empfindlicher wird, daß die Geschoßanschläge im langen Rohre die Sicherheit der Shrapnelwirkung gefährden, eine schwächere Ladung dem langen Rohre nicht zusagt, eine größere Eisenstärke des Geschosses den Kugelgehalt desselben verringert und zu starke Sprengladung fordert, so muß man ein kurzes Kanon von mittlerm Kaliber als das wirksamste und natürlichste Shrapnelgeschütz ansehen.

Es ist aber Sache der Organisation und eine Frage an die Kriegserfahrung, ob der erreichbare Ertrag der Shrapnels die Formation besonderer Shrapnelbatterieen aus kurzen Kanonen von mittlerm Kaliber rechtfertigen dürfte. Auf rationellem Wege

muß man diese Frage um so mehr bejahen, da über diese Geschoßart eigentlich nur Friedenserfahrungen vorliegen, und weil man zu der Annahme berechtigt sein darf, daß bei Vertheidigungsschlachten eine Shrapnelkanonenbatterie in der Artillerie-reserve, oder von Hause aus in wichtigen Positionen zu Leistungen gelangen kann, welche für alle andern Geschützarten unerreichbar sind. Da diese kurzen Shrapnelkanonen zum Gebrauche der Granaten geeignet sind und die Anwendung der Vollkugeln nicht ausschließen, so würden sie in ihrer Gefechtsthätigkeit nicht zu beträchtlich eingeschränkt werden.

Von den Vollkugeln dürften sie allerdings nur dann einen eingeschränkten Gebrauch machen, wenn für Shrapnels und Granaten kein günstiger Erfolg erwartet werden kann, und man könnte deshalb, so scheint es, der langen Kanonen von mittlerm Kaliber nicht entbehren, weil der energische und flache Geschoßstoß durch Räume von großer Tiefe durch kurze Kanonen nicht ersetzt werden kann.

Mit einem Worte, die Entscheidung dieser wichtigen Frage ist nicht einfach und nicht leicht, sie fordert eine erleuchtete Kriegserfahrung und die Fähigkeit, sich das Wesen, den Gang eines energischen Gefechtes treu und lebhaft vor die Seele zu führen. Unsere Betrachtungen fühlen sich daher zu einem bestimmten Endurtheile nicht befähigt.

§. 86.

Die kurzen Kanonen. Ihre Geschosse und Schußarten.

Wie wir früher erwähnten, sind die kurzen Kanonen bestimmt, im Festungskriege auf den nähern Entfernungen an die Stelle der hier bei weitem zu stark wirkenden, langen Kanonen zu treten, sie sind mithin nichts als Kanonen für kürzere Entfernungen und schwächere Ladungen, die jedoch noch hinreichend sind, große Anfangsgeschwindigkeiten und einen scharfen, ge-

streckten Schuß für die ihnen zugewiesenen Entfernungen zu geben.

Der verringerte Einfluß der Geschoßanschläge macht sich bei diesen Geschützen auf den ihnen natürlichen Entfernungen durch eine sehr befriedigende Sicherheit des Treffens geltend. Mit dieser Trefffähigkeit vereinigen die kurzen Kanonen eine im Verhältniß zum Kaliber ganz ungewöhnliche Beweglichkeit und Schnelligkeit des Feuers, und sie gestatten außerdem die Anwendung der Hohlgeschosse, welche im langen Kanon durch die Anschläge häufig zertrümmert werden und meistens blind gehen würden. Man erlangt hierdurch den werthvollen Vortheil, die Wirkung des kurzen Kanons durch die Sprengwirkung seiner Geschosse ungemein zu steigern, und man vermag es, den Hohlgeschossen eine die Sprengwirkung begünstigende Tiefe des Eindringens mit dem Vortheile einer flachgestreckten, das Treffen aufrechter Zielflächen erhöhenden Flugbahn zu geben.

Außer diesen Vortheilen gestattet die Kürze des Rohres, einen erweiterten Gebrauch vom Ladungswechsel zu machen und die kurzen Kanonen mit fügsamern Flugbahnen auszurüsten, wenn nämlich als Grundbedingung jenes Gesetz beachtet worden ist, daß man, wo es auf große, energische Geschoßwirkung ankommt, das Kaliber des Geschützes um so größer konstruiren müsse, je fügsamere, wechselvollere Flugbahngestalten das Geschütz zu erzeugen hat. Deshalb forderten wir für die kurzen Kanonen das schwerste Kanonenkaliber, und entwickelten, daß dieselben für den Festungskrieg und dazu geschaffen sind, die Wirkung den Entfernungen und der Art der Widerstände anzupassen, für das nähere Ferngefecht des Festungskrieges eine ausreichende Stoßkraft des Geschosses zu geben.

Wir erhalten sonach:

1. Zur Erzeugung der Stoßkraft des Geschosses für die geringern Entfernungen des Festungskrieges und für die in

dieser Periode zu bekämpfenden Widerstände sind kurze Kanonen vom schwersten Kaliber am geeignetsten.

2. Die kurzen Kanonen sind zum Gebrauche von Vollkugeln, Hohlgeschossen, Shrapnels und Kartätschen innerhalb ihres Wirkungsbereiches geeignet.

3. Die Schußarten der kurzen Kanonen sind: der Demontirschuß mit Voll- und Hohlkugeln auf den mittlern und kleinen Entfernungen, der Rikoschettschuß mit Voll- und Hohlkugeln und mit fügsamerer Flugbahn, der Shrapnelschuß gegen das Innere der Festungs- und Belagerungswerke bei fügsamerer Flugbahn, der Breschеschuß gegen leichte Mauern, namentlich gegen freistehende, in den nächsten Entfernungen mit Vollkugeln, der Granatschuß zum Einsturz der von den Futtermauern entblößten Erdmassen der Wälle, zum Aufräumen und Ebenen der Breschen, und der Kartätschschuß.

Man sieht, daß die kurzen Kanonen im Festungskriege eine sehr ertragreiche Thätigkeit entfalten können und dem Ferngefechte dieses Krieges eine Fügsamkeit, Lebhaftigkeit und eine früher nicht gekannte Beweglichkeit verleihen werden, wie dieß bei langen Kanonen nicht möglich zu machen wäre. Die kurzen Kanonen werden in einem zukünftigen Festungskriege mit den Haubitzen in Gemeinschaft jene Starrheit und Schwerfälligkeit beseitigen, welche früher dem Angriffe wie der Vertheidigung gleich sehr anklebten, und sie werden dieses Ergebniß ohne Opfer an Wirkung, ja mit merklicher Steigerung derselben, herbeiführen *).

---

*) Man muß es in allen Beziehungen als einen wesentlichen Gewinn für die Wirkung wie für die Organisation der Belagerungs- und Festungsartillerie ansehen, daß der kurze 24Pfünder den langen 12Pfünder ohne Nachtheil für die Beweglichkeit ersetzen kann, ja sogar mit Vortheil, wenn man von dem größern Gewichte der Munition des 24Pfünders absehen darf.

§. 87.

Die langen Haubitzen. Ihre Geschosse und Schußarten.

Die Haubitzen sind ihrer Natur nach berufen und durch ihre Konstruktion befähigt, die formenreichste Vermittelung zwischen den beiden Elementen der Wirkung, Geschoß und Flugbahn zu verwirklichen, und sie können je nach ihrer Länge bald die Fügsamkeit der Flugbahn, bald die Wirkung des Geschosses zur vorherrschenden Basis machen. Sie werden daher im freien Felde und noch mehr im Festungskriege der Artillerie neben einer hoch gesteigerten Leistungsfähigkeit jene taktische Gewandtheit verleihen, welche eben so sehr zur lebhaften Führung und Beherrschung des Ferngefechts, wie zur Sicherstellung der erreichbaren Leistungen beiträgt.

Man kann das Haubitzsystem einer Artillerie als den getreuen Exponenten ihres taktischen Werthes ansehen, denn man kann von den Haubitzen den sichersten Rückschluß auf die Kanonen und Mörser machen, oder man setzt voraus, daß dem Geschützsysteme selbst der natürliche innere Zusammenhang fehlt. An das Geschützsystem selbst schließen sich aber der Gebrauch, wie die Klarheit, Bestimmtheit und Kürze seiner Gesetze an.

Wo die kurzen Kanonen sowohl wegen unzulänglicher Geschoßgröße, als auch wegen unzureichender Fügsamkeit ihrer Flugbahnen die erforderliche Wirkung nicht mehr zu leisten vermögen, namentlich aber, wo große Wirkungen aus bedeutendern Entfernungen an das Ziel getragen werden sollen, endlich, wo eine für Kanonen unerreichbare Größe der Stoßkraft, mit oder ohne Sprengwirkung, erzeugt werden muß, da treten die langen Haubitzen ein, deren Kaliber dasjenige der schwersten Kanonen um so weiter überschreiten muß, als die Stoßkraft auf größere Entfernungen fortgetragen, oder als sie bei größerer Nähe an stärkere Flugbahnkrümmungen (geringere Endgeschwindigkeiten) geknüpft werden soll.

Es ist daher vortheilhaft, das Kaliber dieser Haubitze in eben dem Abstande von den Feldhaubitzen zu halten, als verhältnißmäßig die schwersten Kanonen von den leichten Feldkanonen entfernt stehen; es erscheint dies wenigstens als ein natürlicher, auf unverkennbare Analogieen gestützter Maßstab.

Die lange Haubitze ist durch das bedeutende Gewicht ihrer Geschosse in den Stand gesetzt, eine ganz ungewöhnliche Stoßkraft bei verhältnißmäßig geringen Endgeschwindigkeiten zu erzeugen, deren Wirkung sie auf das verschiedenartigste nüanciren und steigern kann. Ihr Geschoßstoß, gegründet auf eine so breite, kräftige Basis, wie sie durch die Masse des Geschosses gegeben ist, kann durch die Anwendung der Vollgeschosse mit entsprechend verstärkter Ladung eine ungemeine Stärke und einen Nachdruck gewinnen, wie er bei den großen Endgeschwindigkeiten der Kanonenkugeln niemals möglich sein wird.

Hierdurch wird die lange Haubitze befähigt, an ziemlich gekrümmte Flugbahnen erschütternde Stoßkräfte gegen sonst völlig geschützte Mauern zu knüpfen. Gegen Ziele von weniger Härte und Festigkeit wird ihr mächtig wirkendes Hohlgeschoß mit einer bedeutenden Sprengwirkung eine hierzu unerläßliche Stoßkraft verbinden und große Verheerungen anzurichten vermögen.

Dabei gibt die lange Haubitze selbst auf sehr bedeutenden Entfernungen eine genügende, und auf den gewöhnlichen Entfernungen eine die übrigen Geschütze weit hinter sich lassende Trefffähigkeit.

Ihr Shrapnelschuß muß seiner Größe angemessen Ungewöhnliches leisten und, mit einer fügsamen Flugbahn verbunden, das Innere der Werke für starke Truppenansammlungen unhaltbar machen. Die Größe ihrer Leucht- und Brandgeschosse bei einer dem Gebrauche dieser Geschosse angemessenern Flugbahn begünstigt auch in dieser Richtung die Leistungsfähigkeit der langen Haubitze.

Der Kartäschschuß der langen Haubitze hat eine für den Festungskrieg genügende Perkussion, obschon nicht zu verkennen ist, daß derselbe die schwächste Seite dieses Geschützes ausmacht; derselbe sagt dem Wesen dieser Geschützgattung nicht zu und erscheint als etwas ihrer Bestimmung Fremdartiges. Man wird daher den Kartätschschuß nur in sehr seltenen und dringlichen Fällen anwenden, wo die lange Haubitze von keiner andern, dazu geeignetern, Geschützart unterstützt werden kann, wie etwa durch einige neben die Haubitzen in eine Batterie gestellte Kanonen.

Wir folgern nunmehr:

1. Zur Erzeugung einer ungewöhnlichen Stoßkraft des Geschosses, gepaart mit einem großen Nachdrucke und, wo es die Art der Ziele zulässig macht, gesteigert durch eine ungewöhnliche Sprengkraft, geknüpft an fügsamere, gekrümmtere Flugbahnen, ferner zur Erzeugung eines sehr wirksamen Shrapnelschusses, zur Erreichung ergiebiger Brand- und Leuchtwirkungen ist die lange Haubitze bei schwerem Kaliber das vortrefflichste Geschütz.
2. Die langen Haubitzen sind mithin bestimmt zum Gebrauche von Voll-, Hohl-, Shrapnel-, Brand-, Leucht-Geschossen und Kartätschen für die größten und gewöhnlichen Entfernungen des Festungskrieges.
3. Ihre Schußarten sind: Brescheschuß mit Vollkugeln, Demontirschuß mit Hohlgeschossen zum Abkämmen der Brustwehren und Zersprengen der zwischen den Scharten liegenden Erdmassen, zum Niederwerfen der quer vor die zu rikoschettirenden Linien gelegten Brustwehren und der auf ihnen befindlichen Traversen, zum Rikoschettiren langer, mit starken Traversen, bedeckten Geschützständen ꝛc. ausgerüsteter Linien aus größern und mittlern Entfernungen, Enfilirschuß, Shrapnelschuß gegen das Innere der Werke u. s. w., Brand- und Leuchtgeschosse und Kar-

tätschschuß. Außer diesen im regelrechten Verlaufe des Festungskrieges üblichen Schußarten leistet die lange Haubitze noch alle in bedeutenden Entfernungen wünschenswerthen Wirkungen gegen wichtige Zielpunkte von angemessener Ausdehnung.

Es ergibt sich hieraus, daß die lange Haubitze dem Angriffe der Festungen weit mehr Nutzen bringt, als der Vertheidigung.

§. 88.

Die kurzen Haubitzen. Ihre Geschosse und Schußarten.

Wenn die kurze Haubitze auf die Erzeugung vieler und wesentlich verschiedener Flugbahnformen berechnet ist, wenn sie deshalb einen sehr erweiterten Gebrauch von den Kombinationen zwischen Ladung und Elevation machen muß, und hierin ihre eigenthümliche Stärke, den Grund ihrer reichen Gefechtsthätigkeit sucht, so kann sie in eben dem Grade weniger befähigt sein, an die einzelne Flugbahnform eine bedeutende Geschoßwirkung durch Stoß zu knüpfen. In den meisten Gebrauchsfällen würde sie bei großem Kaliber unnütze, oft schädliche Stoßkräfte verschwenden, in andern Fällen die Stoßkraft durch die derselben ungünstige Flugbahnform schwächen, und nur in wenigen Fällen einen genügenden Gebrauch davon machen können. Deshalb erwies sich die kurze Haubitze ungeeignet für den Festungskrieg, wo es gilt, durch die gegen die aufrechtstehenden Ziele kämpfenden Geschütze stets eine möglichst große Stoßkraft des Geschosses zu erzeugen, deshalb erwies es sich nicht als vortheilhaft, den kurzen Haubitzen ein schweres Geschoß zu geben, und es erscheint als ein natürliches Gesetz, daß eine bedeutende Stoßkraft nicht von ein und demselben Geschütz an sehr verschiedene Flugbahnformen geknüpft werden kann. Um so geeigneter erwies sich aber gerade deshalb die kurze Haubitze für den Feldkrieg, für welchen sie einen hohen Grad von taktischer Fügsamkeit mitbringt. Für den Feldkrieg bedarf sie aber auch nur eines sehr

mäßigen Geschoßstoßes, wohl aber ist es wünschenswerth, ja nothwendig, die Wirkung ihrer Geschosse in derjenigen Richtung zu steigern, welche gegen Truppen, gegen Flächen mit zahlreichen einzelnen Objekten für die Wirkung bedeckt, gegen das Innere gedeckter Räume u. s. w. den höchsten Ertrag verspricht, und ihr auf diese Weise die mit der Fügsamkeit der Flugbahn aufgegebene Stoßkraft und beherrschende Form derselben zu ersetzen.

Die kurze Haubitze darf sich daher niemals der Vollkugeln bedienen, und wird deshalb auch von den Kartätschen nur einen verhältnißmäßig schwachen Ertrag ziehen können. Wir erhalten demnach:

1. Zur Erzeugung fügsamer und mannichfach gestalteter Flugbahnen bei geringer Stoßkraft des Geschosses wie der Flugbahn ist die kurze Haubitze bestimmt.
2. Ihre Geschosse sind: Granaten, Shrapnels, Kartätschen, sehr ungenügend ihre Brand- und Leuchtgeschosse.
3. Ihre Schußarten sind: flacher und hoher Bogenschuß, flacher und höherer Rollschuß, Shrapnels in möglichst flachgehaltenem Bogen, Kartätschen in gleich flachem Bogen, Brand- und Leuchtgeschosse in so gekrümmten Flugbahnen, daß sie mit dem ersten Aufschlage liegen bleiben.

Der Shrapnelschuß aus Haubitzen ist nicht im Verhältniß zur Größe des Geschosses ertragreich, da es demselben an einer zu seiner Größe genügenden Triebkraft fehlt, sobald die mittlern Entfernungen merklich überschritten werden sollen. Dieß gilt natürlich nur im Vergleich mit dem Shrapnel der schweren Feldkanonen, der seiner Größe nach weit wirksamer zu werden verspricht.

Die Brand- und Leuchtgeschosse sind für Feldhaubitzen sehr überflüssige, unnütze Ausrüstungsstücke, die erstern, weil sie durch Granaten völlig ersetzt werden, die letztern, weil sie sehr selten, fast nie zum Gebrauche gelangen können, und alsdann auch nichts leisten.

§. 89.

Die Mörser. Ihre Geschosse und Schußarten.

Die Mörser sind zur Erzeugung hochgekrümmter Flugbahnen bestimmt. Diese Flugbahnformen können entweder dazu benutzt werden, Objekte, welche gegen das direkte und wenig gekrümmte Feuer durch dicht vor sie gelegte Deckungen (Brustwehren, Schulterwehren ꝛc.) sicher gestellt sind, hinter diesen Deckungen aufzusuchen, oder dazu, Objekte, welche sich auch gegen dieses in hochgekrümmter Bahn auf sie gerichtete Feuer geschützt haben, dieses Schutzes zu berauben und demnächst zu bekämpfen, oder endlich dazu, die Geschosse durch die Fallkraft in Zielobjekte einzutreiben, um diese demnächst durch die Sprengwirkung der Geschosse zu zerstören.

In allen diesen verschiedenen Fällen muß man das Geschoß als unwirksam geworden ansehen, wenn es nicht die Fläche des Objekts trifft und auf derselben liegen, oder im Objekte stecken bleibt.

Im erstern Falle, wo man durch die Krümmung der Flugbahn nur die vorliegende Deckung umgehen will, strebt man nicht nach einem kräftigen Geschoßstoße, sondern man bekämpft nur Objekte von der geringsten Widerstandsfähigkeit, gedeckte Truppenstellungen u. s. w. Man wird daher in diesem Falle, um die Wirkung gegen das Objekt oder gegen die Objekte sicher zu stellen, und von der schwierigen Bedingung, das Geschoß auf dem wahren Treffpunkte zum Aufschlage zu bringen, unabhängiger zu machen, nur solche Geschosse wählen dürfen, welche sich bei, kurz vor, oder kurz nach dem Aufschlage auf oder in der Nähe der Zielfläche in mehr oder weniger Treffer, wirkungsfähige Stücke, zerlegen. Dabei ist es unerläßliche Bedingung für eine gesicherte Wirkung gegen Truppen oder ähnliche Objekte, daß das in ihrer Mitte oder Nähe aufschlagende Geschoß nicht tief in den Boden eindringt, weil dadurch seine Wirkung geschwächt, auch wohl ganz vernichtet werden kann. Diese

letztere Bedingung ist nur zu erreichen, wenn man dem Geschoß ein so geringes Gewicht verleiht, als sich irgend mit genügender Energie der Wirkung vereinigen läßt, und wenn man zweitens eine so geringe Krümmung der Flugbahn wählt, als sie durch die Entfernung des Zieles und die Höhe der Deckung vor selbigem möglich und durch das Liegenbleiben des Geschosses geboten wird.

Für diese Gebrauchsfälle des Mörserfeuers eignet sich demnach das Vollgeschoß durchaus nicht, und man hat nur die Wahl zwischen dem kalibermäßigen Hohlgeschoß (Bombe) und den besondern Mörsergeschossen, welche sich für diese Wirkung möglicher Weise eignen können, also den Steinen, Kartätschen und Spiegelgranaten. Wir haben früher über diese Geschoßarten bereits gesprochen und erwähnen hier nur noch Folgendes:

Im Allgemeinen sind die genannten drei Geschoßarten nur auf den nächsten Entfernungen und der unerläßlichen Zahl wegen aus den schwersten Geschützen anzuwenden. Die Steine und Kartätschen müssen dabei durch einen hohen Fall wirksam gemacht werden, welcher eine nachtheilige, ungeregelte Streuung verursacht, und sie sind beide nur als ein sehr schwacher Nothbehelf, die Steine geradezu als ein äußerst roher und verwerflicher anzusehen, welcher an die Kindheit der Artillerie erinnert, die Geschützröhre ruinirt und dem Gegner fast weniger unbequem, als dem eignen Geschütz nachtheilig ist. Ueberhaupt ist der Mörser seinem Wesen nach für die Anwendung des Kartätschschusses, wenn nicht sehr schwere Kartätschkugeln, als 1pfündige, 2pfündige, 3pfündige oder 4pfündige gewählt werden, durchaus ungeeignet. Die Spiegelgranaten sind noch erträglich, dafür aber kostbarer, als ihre Wirkung dafür Ersatz bieten kann.

Nur in sehr seltenen Fällen werden daher diese Geschoßarten aus großen Mörsern eine erträgliche Wirkung versprechen, und werden insofern aus diesen großen Kalibern um so gerechtfertigter zur Anwendung gebracht, als sie ein Mittel an die

Hand geben, die Wirkung dieser großen Geschütze auf nahen Entfernungen dem Gebrauche gegen Truppen anzupassen, was mit ihren kalibermäßigen Bomben nicht der Fall sein würde.

Die leichten und kaum noch die mittlern Mörserkaliber können von diesen Geschoßarten keinen ersprießlichen Gebrauch machen.

Wir schließen aus dem eben Erörterten:

1. Zur Erzeugung der Geschoßwirkung gegen Truppen und ähnliche Objekte hinter dicht vorliegenden Deckungen, also zur Verbindung der Geschoßwirkung mit hochgekrümmten Flugbahnen und schwacher Stoßkraft (Fallkraft) sind die leichten Mörser bestimmt.
2. Die geeignetsten Geschosse derselben sind: Sprenggeschosse (Bomben) von der geringern Eisenstärke mit heftig wirkender Sprengladung.
3. Ihre Schußarten sind an die Bedingung geknüpft: daß die Flugbahn das Geschoß über die Deckung dicht hinter derselben zum Aufschlage bringt, daß das Geschoß liegen bleibt, ohne aber in die Zielfläche einzudringen.

Hieran schließt sich noch:

4. Am vortheilhaftesten ist es, wenn das Geschoß kurz vor dem Aufschlage, nachdem es die Deckung passirt hat, oder beim Aufschlagen zerspringt, nothwendig aber, daß das Zerspringen kurz nachher erfolgt.

Es ist mit Schwierigkeiten verknüpft, diese letzte Bedingung stets zu erfüllen; man kann sich jedoch der Erfüllung derselben sehr nähern, wenn man sich an bestimmte Elevationen und Ladungen zu knüpfen weiß und für diese auf den verschiedenen Entfernungen mit den Flugzeiten Behufs Aptirung der Zünderbrennzeiten bekannt macht.

Wenn man aber die Flugbahnformen des Mörsers benutzt, um den Geschossen eine bedeutende Stoßkraft gegen liegende Zielflächen zu geben, um die Vertikaldeckungen (Gewölbe mit

oder ohne Beschüttungen, Balkendeckungen ꝛc.) zu zerstören, oder Brustwehren zu zersprengen, die Aufschüttungen über den Gewölben oder Eindeckungen fortzuräumen, so sind eine starke Krümmung der Flugbahn, ein möglichst lothrechter Fall und ein großes Gewicht des Geschosses unerläßliche Bedingungen. Die nothwendige Trefffähigkeit verlangt nebenher eine mit der Größe der Zielflächen und der erforderlichen Krümmung der Flugbahn in Verhältniß gesetzte Beschränkung der Schußweiten, und es ist in Bezug auf die Schwierigkeit, mit hochgekrümmten, auf einen Geschoßaufschlag beschränkten Flugbahnen ein bestimmtes Objekt mit genügender Wahrscheinlichkeit zu treffen, so wie mit Rücksicht auf die Kostbarkeit des schweren Mörserfeuers als ein unverbrüchlicher Grundsatz anzusehen, dieses Feuer nur in den nähern und nächsten Abständen des Festungskrieges anzuwenden, wo die Wahrscheinlichkeit des Treffens in ein vortheilhaftes Verhältniß zu den aufgebrachten Mitteln tritt.

Man kann dieses Gesetz auch um so durchgreifender festhalten, je sorgsamer das Haubitzsystem ausgebildet worden ist. Man schränkt dadurch die Anwendung der Mörser auf diejenigen Fälle ein, wo den Objekten auf keine andere Weise beizukommen ist, und dieß muß als ein sehr großer Vortheil angesehen werden. Es wird immer leichter bleiben, eine senkrecht stehende Fläche zu treffen, als eine liegende, so wie es immer leichter sein wird, eine aufrecht stehende Deckung (Brustwehr, Frontmauer) zu zertrümmern, als eine gewölbte ꝛc., namentlich, wenn die erstere noch durch den Druck eines Gewölbes, oder auf- und anliegender Erde belastet ist. In einem solchen Falle stürzt man mit der Stirn- oder Futtermauer das Gewölbe und seine Erdschüttung gleichzeitig zusammen.

Wir gelangen demnach zu folgenden Schlüssen:

5. Zur Erzeugung einer ertragreichen Sprengwirkung und der dazu nothwendigen Stoßkraft gegen Brustwehren, Erd-

schüttungen u. s. w. sind Mörser von mittlerem Kaliber genügend.

6. Ihre Geschosse sind: Sprenggeschosse von angemessener Eisenstärke mit einer stark, aber nicht heftig zusammenbrennenden, gasreichen Sprengladung, um eine große Dunstkugel zu erzeugen.

7. Ihre Schußarten sind: hochgekrümmte, steile Einschläge gebende Flugbahnen und möglichst geringe Entfernungen.

8. Sie sind mit wenigen Kartätschen oder Spiegelgranaten auszurüsten, um gegen die Ausbesserungsarbeiten ꝛc. zu wirken, werden jedoch nur in den nächsten Entfernungen davon Gebrauch machen können.

9. Zum Einsturz starker Gewölbe und ähnlicher Deckungen sind Mörser vom größten Kaliber erforderlich.

10. Ihre Geschosse müssen wo möglich nur Vollgeschosse sein.

11. Ihre Schußarten: die höchstgekrümmten Flugbahnen auf kurzen Entfernungen vom Objekt.

12. Wenige Kartätschen und Spiegelgranaten für besondere Zwecke.

13. Diese Wirkung des schwersten Mörserkalibers muß meistens durch die Sprengkraft vorbereitet werden, deshalb muß in Fällen, wo erst die einzustürzenden Decken von der Erdbeschüttung blosgelegt werden sollen, der schwere Mörser mit mittlern verbunden, seiner Wirkung durch diese vorgearbeitet werden.

14. Die schwersten Mörser sind nur für die nähern Entfernungen des Festungskrieges geeignet und deshalb für die höchsten Elevationen zu verwenden.

15. Die mittlern Mörser sind für alle Mörserelevationen und alle Entfernungen des Festungskrieges zu verwenden.

16. Die leichten Mörser sind auf den mittlern und kleinern Entfernungen bei mittlern und kleinen Mörserelevationen in Thätigkeit zu bringen.

Nur auf diesem Wege läßt sich die bisher ungenügende Wirkung der zulässig schwersten Mörser zu einem höhern Ertrage bringen und dieses kostbare Geschütz auf eine Zahl und Gebrauchssphäre einschränken, welche den Totalerfolg mit dem Kraftaufwande in ein angemessenes Verhältniß setzen.

Was nun endlich die Brand- und Leuchtgeschosse der Mörser betrifft, so sind die schwersten Kaliber natürlich auch die ertragreichsten, die mittlern genügen meistens und die leichtern können nur durch eine schnelle Abgabe einer großen Zahl dieser Geschosse nach dem gefundenen oder gegebenen Ziele zu einer erträglichen Leistung gelangen. Im Uebrigen verweisen wir auf das über diese Geschoßarten früher Erläuterte.

Bei dem jetzigen Stande dieser Zünd- und Leuchtangelegenheit kann von dem Gebrauche dieser Geschosse für Mörser um so weniger abgesehen werden, als sie unentbehrlich und hier noch die wirksamsten sind.

Daß sie an Ort und Stelle des ersten Aufschlages liegen bleiben müssen, nicht in die Zielfläche einschlagen dürfen und keine großen Schußweiten ertragen können, darf nicht weiter erläutert werden, und wird hier nur erwähnt, weil dadurch die Bedingungen für ihre Flugbahnen und für ihre Wirkungssphäre gegeben sind.

§. 90.

Die Karonaden und Bombenkanonen. Ihre Geschosse und Schußarten.

Indem wir uns bei diesen Geschützarten des Frühern erinnern und in ihnen nichts als stärkere Formen der langen Haubitze erblicken, stärker durch die Größe, Stoßkraft und Sprengwirkung der Geschosse, und zugleich stärker durch die Tragweite ihres Schusses, nehmen wir für sie, für ihre Geschosse und Schußarten auch dieselben Gesetze, wie bei den langen Haubitzen an, und wiederholen es hier noch einmal, daß ihre Existenz nur dann gerechtfertigt erscheint, wenn sie schwerer

kalibrirt sind, als die lange Haubitze, und stärkere Ladungen verbrauchen können, weil sonst die letztere dasselbe zu leisten vermag. Sie erscheinen bisher nur in Seeplätzen, zur Küstenvertheidigung und für die Aufgaben der Schiffsartillerie unentbehrlich, für die Landartillerie meist zu schwer.

§. 91.

Schlußbetrachtung.

Mit diesem Kapitel erachten wir die Lehre von der Wirkung in ihrem engern Sinne als vollendet. Wenn nun zwar die Wirkung in der Wirklichkeit stets mit der Schnelligkeit des Feuers, mit der taktischen Form, unter welcher sie erfolgt, und mit der Bewegung, dem Stellungswechsel u. s. w. zu einem Totalerfolge zusammenfließt, und nur in diesem erst zu ihrer eigentlichen Geltung gelangt, so ist die Wirkung doch an und für sich, so weit wir sie hier betrachteten, und insofern wir sie hier gleichzeitig mit derjenigen Ermäßigung ihrer Größe betrachteten, welche sie zur Verbindung mit den oben erwähnten Elementen erst geeignet machen, zum energischen, allgemeinen Gebrauche für den Krieg befähigen kann, immer als eine in sich bereits abgeschlossene, vollendete, also gegebene Grundlage zu behandeln, wenn sie mit den übrigen Elementen der Kriegsbrauchbarkeit, der taktischen Fügsamkeit ꝛc. ausgerüstet werden soll.

Es kann Niemandem einfallen und es würde nicht gelingen, die Wirkung in absoluter Trennung von ihren durch den Gebrauch bedingten Formen und Ermäßigungen nur nach ihrer absoluten Größe zu messen und zu konstruiren, und man würde auf einem so unnatürlichen, falschen Wege zu jener Starrheit, Ausschließlichkeit und praktischen Unbrauchbarkeit, wenn nicht Unrichtigkeit der entwickelten Gesetze gelangen, welche die aus ihnen zusammengezwängten Theorieen in den gerechtesten Verruf müßiger Spekulationen bringen und ihnen allen Werth rauben.

Wir haben uns bemühet, diese Ausschließlichkeit und Abgeschlossenheit der Theorie zu umgehen und stets an die Ermäßigungen zu erinnern, welche uns bei dem wirklichen Gebrauche auferlegt werden, und wir wünschen nichts mehr, als daß uns dieß gelungen sein mag.

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß wir auch auf der andern Seite bemüht sein mußten, uns von den Chikanen und Launen der wirkichen Materie so viel als möglich loszureißen, um zu der für werthvolle Theorieen unentbehrlichen Reinheit und Selbständigkeit der Betrachtungen und Gesetze zu gelangen. Das nothwendige Maß der Wirkung zu erreichen, muß als das unverletzliche und unveräußerliche Endziel aller Bestrebungen erachtet werden, und die Aufgabe der Konstruktion ist es, sich hierzu die geeigneten Mittel, das genügende Material zu schaffen. Nur unter der Voraussetzung, daß diese Aufgabe lösbar und gelöst ist, wird die Wirkung zu einer möglichen, vorhandenen Größe, und nur an diese läßt sich eine brauchbare Theorie knüpfen. Dann ist aber auch die Theorie nothwendig, um der Konstruktion, der Vervollkommnung und dem Gebrauche einer so zusammengesetzten Waffe, wie die Artillerie ist, zur Grundlage zu dienen.

An das so geschaffene System der Wirkung (System der Geschosse, Schußarten und Geschützröhre) schließen sich die Bewegung, die taktische Form, die Ausrüstung, die Organisation und der Gebrauch der Waffe zu einem natürlichen Ganzen, zu einem klaren, ersprießlichen innern Zusammenhange, zu dem verlangten Totalerfolge an.

Berichtigungen.

Seite	47	Zeile	11 v. u.	lies: des Widerſtandes ſtatt der Widerſtandes
=	68	=	1 u. 2 v. u.	lies: andere ſtatt andere andere
=	98	=	6 u. 14 v. u.	lies: Luftwiderſtand ſtatt Lichtwiderſtand und luftleer ſtatt lichtleer
=	169	=	16 v. u.	lies: verminderten ſtatt vermindreten
=	186	=	8 = =	= gelangen ſtatt zu gelangen
=	232	=	6 = o.	= elektriſcher ſtatt elektriſche
=	239	=	6 = u.	= ſchädliche ſtatt ſchäd-
=	349	=	12 = o.	= unrichtig ſtatt umrichtig
=	355	=	3 = =	= Rohres ſtatt Rdhres
=	382	=	4 = =	= die ſtatt die die

Berichtigungen.

Zettler

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Scheuerlein, Friedrich Wilhelm August

Grundzüge der allgemeinen Artilleriewissenschaft

Bd.: 1

Berlin 1846

App.mil. 121 m-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10256022-5